



## **PROJETO DE GRADUAÇÃO**

**Análise de decisão de investimento através da aplicação de  
opções reais na avaliação de *startups***

Por,  
**Lucas de Araújo Alves**

Brasília, 3 de dezembro de 2018.

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**

**FACULDADE DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
Faculdade de Tecnologia  
Departamento de Engenharia de Produção

# **Análise de decisão de investimento através da aplicação de opções reais na avaliação de *startups***

Relatório submetido ao curso de graduação em Engenharia de Produção da Universidade de Brasília, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

POR,

**Lucas de Araújo Alves**

**Professor Orientador**

Prof. João Carlos Felix Souza, UnB/ EPR

---

Brasília, 2018

## **AGRADECIMENTOS**

Existem diversas pessoas que contribuíram para que eu pudesse chegar a esse resultado final, meu Projeto de Graduação em Engenharia de Produção. Entre elas gostaria de destacar:

- Ao meu professor orientador, João Carlos, por estar sempre disponível e ter me auxiliado com o seu extenso conhecimento técnico na área.
- Aos meus colegas de faculdade e escola, que sempre me apoiaram em todas as etapas desse projeto.
- Aos meus pais e familiares, que sempre acreditaram no meu potencial e confiaram nas minhas decisões.
- À minha namorada, pelas incontáveis horas de companhia nesse período, pela paciência e por sempre me ajudar nas horas que mais precisei.
- Por fim, à todos aqueles que tornaram essa caminhada possível, o meu mais sincero, muito obrigado!

## RESUMO

O investimento em *startups* vem crescendo significativamente nos últimos anos. Do ponto de vista do investidor, as *startups* se mostram bastante atrativas devido ao elevado potencial de valorização, no entanto, por se tratarem de empresas de alta inovação e ainda em sua fase inicial, a baixa disponibilidade de dados dificulta as diversas análises necessárias para a tomada de decisão acerca do valor do investimento. Tais características tornam métodos tradicionais de avaliação de empresas, como o Fluxo de Caixa Descontado, pouco eficientes. Nesse contexto, a Teoria das Opções Reais surge como um importante método para avaliação, especialmente, o Método Integrado de Avaliação por Opções, pois este trata a avaliação separada em dois tipos de riscos (públicos e privados) amenizando as incertezas e subjetividades envolvidas no processo. Portanto, o presente trabalho busca aplicar este método em uma situação prática para que assim seja possível definir qual a melhor alternativa de investimento do ponto de vista financeiro dado o perfil de tolerância ao risco do investidor.

**Palavras-chave:** Avaliação de Empresas; Fluxo de Caixa Descontado; Método Integrado de Avaliação por Opções; *startups*; Teoria das Opções Reais.

## ABSTRACT

Investment in startups has been growing significantly in recent years. From the investor's point of view, startups are very attractive due to the high valuation potential; however, because they are high innovation companies and they are still in their initial phase, the low availability of data hampers the various analyzes necessary for the decision-making about the value of the investment. Such characteristics make traditional methods of evaluating companies, such as Discounted Cash Flow, inefficient. In this context, the Real Options Theory emerges as an important method for evaluation, especially the Integrated Valuation, since it treats the separate valuation in two types of risks (public and private) mitigating the uncertainties and subjectivities involved in the process. Therefore, the present work seeks to apply this method in a practical to be possible to define the best investment alternative from the financial point of view, given the risk tolerance profile of the investor.

**Keywords:** business valuation; Discounted Cash Flow; Integrated Valuation; Real Options Theory; startups.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ciclo de financiamento das <i>startups</i> .....	25
Figura 2 - Etapas do processo de avaliação de opções reais .....	42
Figura 3 - Árvore binomial com 4 momentos.....	52
Figura 4 - Avaliações dos riscos privados e conversão em equivalentes certos (R\$ Milhões) .....	72
Figura 5 - Possíveis valores do portfólio em 1 ano.....	75
Figura 6 - Árvore de decisão completa separada por tipo de risco (R\$ Milhões) .....	77
Figura 7 - Valor da empresa para ambas as estratégias e para diferentes valores de $\rho$ .....	79

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Exemplos de aplicações práticas do método de Opções Reais.....	15
Tabela 2 - Exemplos de definições de startup.....	20
Tabela 3 - Evolução do Investimento Anjo no Brasil (Volume anual em R\$ milhões).....	26
Tabela 4 - Diferenças entre ativos financeiros e ativos reais .....	31
Tabela 5 - Formas de estimação dos componentes do CAPM .....	36
Tabela 6 - Analogia entre opções reais e financeiras.....	39
Tabela 7 - Diferenças entre risco privado e de mercado.....	44
Tabela 8 - Exemplos de <i>Fintechs</i> P2P .....	57
Tabela 9 - Investimento total necessário no horizonte temporal de 5 anos.....	59
Tabela 10 - Coeficientes de correlação de fatores macroeconômicos .....	61
Tabela 11 - Projeção taxas de crescimento em mercado favorável .....	62
Tabela 12 - Projeção taxas de crescimento em mercado desfavorável .....	62
Tabela 13 - Evolução do crescimento percentual de <i>market share</i> .....	63
Tabela 14 - Probabilidade de cada cenário em mercado favorável.....	64
Tabela 15 - Probabilidade de cada cenário em mercado desfavorável.....	64
Tabela 16 - Evolução da concessão de créditos média e desvio padrão em mercado favorável.....	64
Tabela 17 - Evolução da concessão de créditos média e desvio padrão em mercado desfavorável .....	64
Tabela 18 - Taxas de empréstimos de <i>fintechs</i> P2P .....	65
Tabela 19 - Tabela do Simples Nacional.....	66
Tabela 20 - Taxa de crescimento dos custos com pessoal em mercado favorável .....	68
Tabela 21 - Taxa de crescimento dos custos com processamento de dados em mercado favorável.....	68
Tabela 22 - Taxa de crescimento dos custos com fornecimento e serviços relacionados em mercado favorável.....	68
Tabela 23 - Taxa de crescimento dos custos com pessoal em mercado desfavorável.....	68
Tabela 24 - Taxa de crescimento dos custos com processamento de dados em mercado desfavorável .....	69
Tabela 25 - Taxa de crescimento dos custos com fornecimento e serviços relacionados em mercado desfavorável.....	69

Tabela 26 - Valores do FCF obtidos na simulação com 90% de certeza e para os extremos em mercado favorável (R\$ Milhões) .....	70
Tabela 27 - Valores do FCF obtidos na simulação com 90% de certeza e para os extremos em mercado desfavorável (R\$ Milhões) .....	70
Tabela 28 - Resultados da maximização do índice de Sharpes.....	74
Tabela 29 - Representação de cada empresa no portfólio com base na maximização do índice de Sharpe .....	74
Tabela 30 - Parâmetros da árvore binomial do portfólio.....	75



## LISTA DE SIGLAS

ABStartups	Associação Brasileira de <i>Startups</i>
ABVCAP	Associação Brasileira de <i>Private Equity</i> e <i>Venture Capital</i>
CAPM	<i>Capital Asset Pricing Model</i>
CDB	Certificado de Depósito Bancário
CDI	Certificado de Depósito Interbancário
DAS	Documento de Arrecadação do Simples Nacional
EC	Equivalente Certo
FCD	Fluxo de Caixa Descontado
FCF	<i>Free Cash Flows</i>
INPC	Índice de Preços ao Consumidor
IPCA	Índice de Preços ao Consumidor Amplo
IPO	<i>Initial Public Offering</i>
OR	Opções Reais
P2P	<i>Peer to peer lending</i>
PF	Pessoa Física
PIB	Produto Interno Bruto
RBT12	Receita Bruta Total acumulada nos últimos 12 meses
TOR	Teoria das Opções Reais
UnB	Universidade de Brasília
WACC	<i>Weighted Average Capital Cost</i>

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>Justificativa .....</b>	<b>13</b>
<b>Objetivos .....</b>	<b>17</b>
Objetivo Geral .....	17
Objetivos Específicos .....	17
<b>Metodologia do Trabalho .....</b>	<b>17</b>
<b>Estrutura do Trabalho .....</b>	<b>18</b>
<b>CAPÍTULO 1: <i>STARTUPS</i> .....</b>	<b>20</b>
<b>Definição e Características .....</b>	<b>20</b>
<b><i>Startups</i> como forma de investimento .....</b>	<b>23</b>
<b>CAPÍTULO 2: REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>29</b>
<b>Métodos de avaliação de empresas .....</b>	<b>29</b>
Fluxo de Caixa Descontado (FCD) .....	30
Opções Reais .....	37
Método Integrado de Avaliação por Opções .....	43
<b>Árvore de decisão .....</b>	<b>45</b>
<b>CAPÍTULO 3: METODOLOGIA .....</b>	<b>47</b>
<b>Tipos de Riscos .....</b>	<b>48</b>
Riscos Privados .....	48
Riscos Públicos .....	51
<b>Árvores de Decisão .....</b>	<b>54</b>
<b>CAPÍTULO 4: ESTUDO DE CASO: Ligo .....</b>	<b>56</b>
<b>Contextualização da empresa Ligo .....</b>	<b>56</b>
<b>CAPÍTULO 5: ANÁLISES E RESULTADOS .....</b>	<b>60</b>
<b>Análise dos Riscos Privados .....</b>	<b>60</b>
<b>Análise do Risco Público .....</b>	<b>73</b>
<b>Árvore de Decisão .....</b>	<b>75</b>
<b>Análise de Sensibilidade do Parâmetro de Tolerância ao Risco .....</b>	<b>78</b>
<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>80</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>83</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>93</b>

## INTRODUÇÃO

Uma empresa *startup*, segundo a definição da Associação Brasileira de *Startups*, é “uma empresa de base tecnológica, com um modelo de negócios repetível e escalável, que possui elementos de inovação e trabalha em condições de extrema incertezas”.

Dada essa natureza de alto risco do negócio aliado a dificuldade de obtenção de empréstimos que novas empresas encontram no mercado financeiro, o financiamento inicial de uma *startup* não envolve bancos e sim capital de risco (NITA, 2008).

Segundo Corder e Salles-Filho (2006, p. 37) “o capital de risco, por exemplo, é um mecanismo que se propõe a financiar a inovação e, nesse sentido, diferencia-se dos tradicionais”.

Isso deve-se ao fato de que empresas recém-criadas não possuem um histórico de pagamento disponível ou balanços contábeis sólidos, nos quais bancos poderiam fundamentar suas decisões acerca da aprovação das linhas de crédito, o que torna o financiamento arriscado para essas instituições (COLOMBO; DELMASTRO, 2002).

Adicionalmente, fundadores de *startups* não buscam um financiamento que gere dívida e sim investidores que desejem participação no negócio devido à atratividade da empresa, visto que as elevadas taxas de juros e prazos curtos dos empréstimos feitos a novas empresas por bancos, oneram o caixa da empresa e não fornecem nenhum valor ou vantagem competitiva para as operações (NITA, 2008).

De acordo com a Associação Brasileira de *Private Equity* e *Venture Capital*, a ABVCAP (2014), é significativa a evolução dos números em investimentos nos últimos anos no Brasil. Em 2013, o capital investido total por capitalistas de risco em *startups* aumentou R\$ 17,1 bilhões, ou 21% em relação a 2012, após aumento de R\$ 19,6 bilhões em 2012, ou 31% em relação a 2011. No acumulado de 2011 a 2013, houve crescimento do capital comprometido de 58%.

Os números também são marcantes quando analisados os aportes de investidores anjos no país, ou seja, investidores autônomos à parte dos

empreendedores e da família, que investem seus próprios recursos financeiros em empresas privadas (BACHER; GUILD, 1996). Segundo Arruda *et al.* (2014), no período entre julho de 2013 e junho de 2014, foram aportados 688 milhões de reais de investimento anjo no país. Em comparação ao mesmo período de 2012/2013, o crescimento foi de 11%. O número de investidores anjos também registrou crescimento, passando de 6.450 pessoas para 7.060. O aumento foi de 9% em 2013, já no ano de 2014, o crescimento foi de 2,3%. O valor médio de investimento por investidor passou de 96 mil reais para 97,5 mil reais, cerca de 2% em 2014.

Investimento é o ato pelo qual agentes econômicos adquirem bens (produtos ou serviços) através do dispêndio de recursos (valores monetários ou títulos) afim de um retorno futuro acima dos recursos investidos (ASSAF NETO, 2007).

Destaca-se, conforme apontado por Giovani (2003. p.14):

O ambiente econômico no qual a maioria das companhias estão operando atualmente é muito mais volátil e imprevisível do que a tempos passados. Em parte, motivado pela abertura de mercado, pelo aumento da flutuação das taxas de câmbio e pela prática de novas tecnologias. Com isso, os investimentos passaram a ser analisados de maneira a compor a estratégia competitiva das empresas.

Entre as diversas modalidades de investimento está o investimento em empresas, que é alvo de estudo de Fried e Hisrich (1994), os quais destacam que a escolha em qual empresa investir é um processo complexo com importante repercussão financeira e por isso, envolve um processo estruturado de tomada de decisão.

Para Lachtermarcher (2009), tomada de decisão é o processo de identificação de um problema ou de uma oportunidade e a seleção da alternativa para resolução. Esta também é definida como o processo decisório no qual se escolhem as alternativas adequadas para atingir os fins desejados (SIMON, 1965).

Svenson (1979) ainda coloca que a tomada de decisão não pode ser entendida analisando a decisão final, já que o processo que, no fim, leva à escolha de uma alternativa, também deve ser estudado. Esta uma das principais motivações da pesquisa em questão, já que ela busca analisar o processo de decisão de um investidor ao investir em uma *startup*.

Além disso, o tema é bastante atual e relevante, visto que após o investimento em uma *startup* existe a elevada possibilidade da empresa não sobreviver, o que resulta em um risco acrescido para o investidor (DAMODARAN, 2009).

Este risco deve ser analisado junto ao perfil de aversão ao risco do investidor em questão, ou seja, avalia-se a relutância do investidor para aceitar um investimento com retorno incerto comparado a um outro possível investimento mas com retorno menor (MAS-COLELL; WHINSTON; GREEN, 1995).

A baixa possibilidade de sobrevivência deste tipo de empresa é comprovada por um estudo realizado pela Fundação Dom Cabral, conforme relato de Arruda *et al.* (2014) que mostra que 25% das *startups* brasileiras fecham em um ano e que 50% delas morrem em até quatro anos. Além disso, verifica-se que esse percentual sobe para 75% das empresas quando o período analisado é de 13 anos, ou seja, geralmente são empresas pouco duradouras.

Para Rencher (2012), isso ocorre, pois, para usufruir da possibilidade de crescer como uma empresa duradora, as *startups* atravessam o período conhecido como *Valley of Death* ou Vale da Morte, que é o período compreendido entre a criação da empresa e o momento que o fluxo de caixa passa a ser positivo, sendo o capital de risco um dos principais responsáveis no auxílio dessa travessia.

Em visão similar, Chorev e Anderson (2006) apontam outras dificuldades que estas empresas têm em obter credibilidade, como por exemplo o fato da tecnologia da empresa ainda estar em desenvolvimento, a falta de clareza na sua aplicabilidade e de consolidação do seu mercado de atuação.

Devido a essa realidade, Roberts (1990) destaca que apesar de haver um número crescente de estudos sobre os processos de decisão dos investidores de risco, é necessária pesquisa comparável adicional sobre os critérios de decisão de investidores informais, o que é corroborado por Riding *et al* (2007, p. 336):

[...] ainda existe um considerável campo de estudos acerca da natureza dos processos de investimento pessoais, onde os diversos critérios de decisão de investimento têm diferentes pesos ao longo do processo.

## Justificativa

Quando o investimento é realizado em empresas que se encontram em indústrias maduras e desenvolvidas, existe uma grande variedade de fontes de informação e os próprios investidores têm experiência e facilidade na utilização de métodos tradicionais de avaliação de empresas (DIMAGGIO; POWELL, 1983).

Entre os métodos tradicionais de avaliação de empresas, o mais utilizado é o Fluxo de Caixa Descontado (FCD). Nele assume-se que o planejamento será seguido sem considerar o desdobramento dos eventos, no entanto, uma melhor abordagem deveria incorporar tanto a incerteza inerente ao negócio quanto a ativa tomada de decisão (LUERHRMAN, 1998).

Essa preocupação também é expressada por Ross, Westerfield e Jaffe (2009), Rappaport e Mauboussin (2002) e Minardi (2000) quando indicam que um dos principais problemas do método do Fluxo de Caixa Descontado é a necessidade de atribuição de valores futuros para estes fluxos, isto é, a necessidade de se realizar previsões dos fluxos de caixa futuros da empresa.

Para Adrich e Fiol (1994), a complexidade na avaliação agrava-se quando o assunto envolve setores com pouca previsibilidade ou para os quais existem poucos dados disponíveis, como por exemplo, no setor de *startups*, já que em situações como essas, são utilizados métodos mais subjetivos. (FESTEL; WUERMESEHER; CATTANEO, 2013).

Tal prática dá margem a riscos em relação à assertividade das previsões realizadas tendo em vista a quantidade de eventos que podem influenciar estes resultados (ROSS; WESTERFIELD; JAFFE, 2009).

Klette e Kortum (2004) são ainda mais enfáticos ao afirmarem que os modelos tradicionais, como o FCD, não servem teoricamente para os processos de avaliação de firmas recém-formadas ou atuantes em mercados com grande nível de inovação e desenvolvimento tecnológico, em que seriam necessários, segundo os autores, modelos que incorporem a questão das incertezas e oportunidades no processo de avaliação.

Nesse contexto, Hartam e Hassam (2006) colocaram o modelo de avaliação por Opções Reais como o mais recomendado na avaliação de projetos ou empresas quando há um alto risco envolvido.

Segundo Triantis e Borison (2001), o modelo de Opções Reais, que é resultado da Teoria das Opções Reais (TOR), vem sendo utilizado pelas empresas em três categorias, listadas a seguir:

- TOR como maneira de pensar – muitas empresas estão adotando o raciocínio das opções para estruturar a tomada de decisão, envolvendo a criação de uma linguagem comum para enxergar os problemas sob a sua ótica;
- TOR como ferramenta de análise – muitas empresas deparam-se com análise de investimentos com flexibilidades bem definidas (contrato com cláusula de saída ou renovação, plantas com capacidade de expansão), sendo a TOR geralmente a ferramenta escolhida;
- TOR como processo organizacional – o processo de orçamento de capital geralmente está relacionado com os processos gerenciais, tais como gestão de risco e avaliação interna de desempenho. Assim, algumas empresas utilizam um mapa das ações futuras para monitorar regularmente projetos aceitos, assegurando-se de que as decisões apropriadas estão sendo tomadas ao longo do tempo.

Este trabalho aplicará a TOR como uma ferramenta de análise para identificar a melhor alternativa de investimento para um investidor com uma tolerância ao risco específica.

Alguns exemplos da aplicação da TOR em empresas podem ser observados na tabela 1.

Tabela 1 - Exemplos de aplicações práticas do método de Opções Reais

Empresa	Quando	Aplicação
Enron	1994	Desenvolvimento de novos produtos, opções de conversão para turbinas e gás
Hewlett-Packard	Início de 1990	Produção e distribuição
Andark Petroleum	Década de 2000	Leilões de reservas petrolíferas
Apple	1995 – 1996	Decisão de saída para seus negócios com computadores pessoais
Candence Design Systems	Década de 1990	Método de alicerçado em opções para valoração em licenciamentos
Tennessee Valley Authority	1994	Opções de aquisição de energia elétrica
Mobil	1996	Desenvolvimento de campos de gás natural
Exxon	Década de 1990	Exploração e extração de petróleo
Airbus Industrie	1996	Valoração de opções de entrega
ICI	1997	Construção de nova fábrica
Texaco	Década de 1990	Exploração e produção

Fonte: Adaptado de Copeland (2004)

Segundo Carmona (2008), atualmente, para muitos pesquisadores o conceito básico do pensamento de investimento como opções muda substancialmente a teoria e a prática acerca do processo de tomada de decisão em investimentos, o que é corroborado pela grande utilização destes modelos em pesquisas na área de investimentos como relatam Rappaport e Mauboussin (2002).

Foi no trabalho pioneiro de Black e Scholes (1973) para a avaliação de opções financeiras que surgiu a ideia de se incorporar métodos semelhantes ao problema do investimento sob condições de incerteza.



De acordo com Copeland (2002, p.19):

Durante a última década, avanços teóricos e tecnológicos permitiram que profissionais da área de finanças adaptassem técnicas de precificação de opções à avaliação de decisões de investimento, as chamadas opções reais. Os métodos de precificação de opções são superiores às abordagens tradicionais porque captam explicitamente o valor da flexibilidade.

Dixit e Pindyck (1995) ressaltam também que as opções criam flexibilidade e, em um mundo de incertezas a habilidade de se avaliar e usar a flexibilidade é crítica.

As flexibilidades destacadas por Copeland, Dixit e Pindyck (*apud* RODRIGUES *et al*, 2013) correspondem a pontos como o adiamento do investimento, realização de expansões ou contratações, e opções de abandono devem fazer parte do processo decisório a fim de adicionar valor a empresa ou projeto.

Para o contexto no qual se aplica a presente pesquisa, especificamente o setor de *startups*, ou seja, um ambiente de mudanças constantes e de aplicação de tecnologias e inovações em processos e produtos, o que se figura uma tendência no mercado atual, no entendimento de autores como Minardi (2000), Jiao, Du e Jiao (2007) e Riihimaki (2007) os métodos baseados na Teoria de Opções Reais se mostram marginalmente mais eficientes, tendo em vista a sua capacidade de refletir aspectos interessantes do atual cenário econômico, quais sejam: a capacidade de avaliar o valor de oportunidades e de flexibilidades geradas pelas ações e investimentos da empresa, tornando o trabalho de avaliação mais condizente com a realidade.

Tais afirmações ainda são corroboradas pelas pesquisas de Copeland e Antikarov (2002) e Dezen (2001) que defendem também a TOR como o método mais adequado no processo decisório de análise de projetos de investimento, superando assim o método de avaliação de empresas do Fluxo de Caixa Descontado.

No entanto, é importante ressaltar que a relação da TOR com os métodos tradicionais não é de exclusão e sim de complementariedade, principalmente, ao adicionar as flexibilidades e oportunidades de negócio dentro do escopo de avaliação de empresas e projetos de investimento.

## Objetivos

### Objetivo Geral

Identificar a melhor alternativa de decisão de investimento em uma *startup* do ponto de vista financeiro, dado um certo nível de tolerância ao risco do investidor.

### Objetivos Específicos

1. Aplicar um método de avaliação da empresa para subsidiar a decisão de investimento em uma *startup*.
2. Simular a variação da tomada de decisão dado as variações de tolerância ao risco do investidor.

## Metodologia do Trabalho

O presente trabalho visa gerar conhecimentos para aplicação prática na solução de problemas específicos, logo, ela é de natureza prática (GIL, 2008). As etapas a serem seguidas para o alcance dos objetivos apresentados anteriormente são:

1. Revisão bibliográfica sobre os diferentes métodos de avaliação de empresas e suas aplicações;
2. Definição do método de avaliação de empresas a ser utilizado neste trabalho para a avaliação de uma *startup*;
3. Aplicação do método de avaliação de empresas escolhido para um estudo de caso real;
4. Simulação da variação na tomada de decisão de investimento dado as variações de tolerância ao risco do investidor;

5. Apresentação da melhor alternativa de decisão dado o perfil de aversão ao risco do investidor.

O estudo terá como base a análise de dados fornecidos pela empresa e trabalhará com estimativas de dados, caso eles não existam devido ao pequeno histórico da empresa em questão. A abordagem da pesquisa será quantitativa, de âmbito descritivo, pois almeja analisar e estabelecer relações entre as variáveis, especificamente a variação na tomada de decisão devido a variações de tolerância ao risco do investidor. Além disso, ela pode ser classificada como um estudo de caso, pois envolverá o estudo aprofundado e exaustivo de objetos, permitindo seu amplo e detalhado conhecimento (YIN, 2001).

## **Estrutura do Trabalho**

Este trabalho será constituído por sete seções:

A primeira seção, Introdução, abrange o tema, a sua justificativa, os objetivos – geral e específico – e, a metodologia aplicada para alcançar os objetivos estabelecidos.

O primeiro capítulo, *Startups*, apresenta as diversas definições existentes para *startups*, além de alguns dados e exemplos de *startups* de sucesso no Brasil. Outro ponto levantado será como ocorre o ciclo de financiamento das *startups* e como é o processo de decisão de investimento sob a perspectiva de um investidor.

O segundo capítulo contempla a definição e explicação dos conceitos que serão abordados ao longo do trabalho. Este capítulo contém informações acerca de métodos de avaliação de empresas e análise de decisão.

O terceiro capítulo explica de maneira detalhada a metodologia de avaliação de empresas e análise de decisão definida para o trabalho.

O quarto capítulo apresenta a empresa que será alvo do estudo de caso da pesquisa, ou seja, como a empresa surgiu no mercado, quais são seus produtos, quem são seus clientes, entre outros.

O quinto capítulo aborda a aplicação do método de avaliação definido na empresa em questão. Logo, apresenta a análise dos dados e seus resultados.

Por último, a sétima seção contém a conclusão com as principais análises e pontos de interesse do trabalho.

# CAPÍTULO 1: *STARTUPS*

## Definição e Características

Por se tratar de um tema recente, ainda não existe um consenso na literatura atual acerca da definição do conceito de *startup*. As principais definições encontram-se na tabela 2 a seguir.

Tabela 2 - Exemplos de definições de startup

Referência	Definição de <i>Startup</i>
Longhi (2011, p. 1)	“ <i>Startups</i> são pequenas empresas montadas em casa ou em faculdades e que recebem pequenos aportes de capital. Elas exploram áreas inovadoras de determinado setor (mais comumente a de tecnologia), possuindo uma aceleração de crescimento muito alta já nos primeiros meses de existência em virtude de investimentos feitos por fundos de investimento especializados.”
Taborda (2006, p. 6)	“É uma empresa em fase embrionária, geralmente no processo de implementação e organização das suas operações. Pode não ter ainda iniciado a comercialização dos seus produtos ou serviços, mas já está a funcionar ou, pelo menos, em processo final de instalação”
Ries (2011, p. 4)	“uma <i>startup</i> é uma instituição humana projetada para criar novos produtos e serviços sob condições de extrema incerteza”
Gomes <i>et al.</i> (2012, p. 422)	“um grupo de pessoas que buscam um modelo de negócios inovador e escalável, de baixo custo, crescimento rápido e capaz de gerar receitas significativas em um curto intervalo de tempo”

Fonte: Elaboração própria do autor

Segundo o levantamento da Associação Brasileira de *Startups* (ABStartups) (2015), foram identificadas 4.151 empresas em estágio inicial no país ao final de dezembro de 2015, o que revela um crescimento de 18,5% nos últimos seis meses. Além disso, elas movimentam cerca de R\$ 2 bilhões por ano, o que representa 0,03%

do PIB, sendo a projeção da ABStartups que esses números alcancem 5% do PIB em 2035.

De acordo com o relatório “Empreendedorismo no Brasil”, elaborado pela *Global Entrepreneurship Monitor* em 2015, o Brasil apresentou taxas de empreendedorismo inicial que superavam os demais países componentes dos BRICs, os Estados Unidos e a Alemanha.

Tais dados são consequências de alguns casos de sucesso, Bicudo (2016) relata os principais exemplos abaixo:

- Buscapé – o comparador online de preços veio ao mundo em 1999. O investimento inicial foi de apenas 400 reais do seu fundador, Romero Rodrigues, e três colegas. O site consolidou-se rapidamente no mercado, tornando-se uma das principais plataformas do comércio eletrônico brasileiro. Hoje a empresa é o maior site de comparação de preços da América Latina.
- Easy Taxi - Lançado em abril de 2012 pelo mineiro Tallis Gomes, o Easy Taxi é um dos exemplos mais bem-sucedidos no Brasil. Com o princípio básico de ligar taxistas a quem precisa de um táxi, o aplicativo para celulares cresceu. O combustível para tornar a execução do plano viável foram os constantes e milionários aportes que a startup recebeu de investidores, atingindo a marca de mais de 90 mil taxistas e mais de 3 milhões de usuários. A *startup* atua em 29 cidades do exterior e em 27 cidades do Brasil.
- ClickBus - A plataforma oferece passagens rodoviárias pela internet, com bilhetes para mais de 3,5 mil destinos, sem cobrar taxa de conveniência do passageiro. Basta ao cliente escolher o trecho pelo site e retirar a passagem no guichê da companhia. Surgida em 2013, recebeu, entre os diversos aportes, investimento da Rocket Internet.
- Resultados Digitais - Com sede em Florianópolis, a empresa iniciou suas atividades em 2011. Seu produto é um software de gestão de marketing digital, o RD Station, que oferece: e-mail marketing, gestão de mídias sociais, landing pages, gestão de leads, SEO, automação de marketing e análise de performance, tudo integrado. A *startup* recebeu um aporte do Fundo DGF Inova, que identificou na empresa a capacidade de crescer rapidamente e transformar o marketing de empresas.

Estes casos de sucesso são ainda mais marcantes quando analisado o macroambiente de alta volatilidade brasileiro, caracterizado por Porter *et al* (2005) pelos seguintes fatores:

- Dificuldade de acesso ao financiamento empresarial;
- Corrupção;
- Leis e procedimentos fiscais ineficientes;
- Burocracia;
- Excessiva carga tributária;
- Infraestrutura inadequada;
- Crime;
- Instabilidade das políticas públicas;
- Restrições impostas pelas leis trabalhistas.

Esse ambiente é responsável por tornar os investidores mais cautelosos, segundo Maris e Savoia (2005), o que contrasta com a necessidade de investimento desse tipo de empresa, principalmente nessa fase de estruturação, na qual utilizam-se esses aportes para o desenvolvimento do produto e marketing inicial (RAMALHO; FURTADO; LARA, 2011).

Nelson e Winter (1982) corroboram com essa tese e relatam que, em empresas de alta tecnologia, a incerteza é significativa, com isso, o financiamento aparece como uma questão de grande relevância, pois essas empresas não dispõem de capital próprio e não costumam ter acesso a fontes tradicionais de financiamento, como os bancos. Portanto, nesse contexto, os financiamentos da iniciativa privada através de investidores aparecem como importantes patrocinadores dessas empresas.

## **Startups como forma de investimento**

Conforme a problemática exposta no tópico anterior, empresas envolvidas com o desenvolvimento de inovações possuem um acesso limitado a fontes de financiamento devido à grande incerteza e assimetria informacional envolvida (BETTIGNIES; BRANDER, 2007; CHOREV; ANDERSON, 2006; COLOMBO; DELLMASTRO, 2002).

Em relação a elevada incerteza inerente às atividades das *startups*, Christensen (1992) relata que existem duas principais dimensões de incertezas que merecem destaque: a incerteza de mercado e a incerteza técnica. A primeira está relacionada ao sucesso ou insucesso de uma inovação, através de um processo de seleção do mercado; enquanto que a segunda é relacionada ao risco técnico de desenvolvimento de novos produtos inovadores.

Jenkins e Mansur (2011) afirmam que esse risco técnico é representado usualmente pelo termo “Vale da Morte” quando são discutidas as incertezas técnicas em *startups*, já que muitas dessas empresas vão à falência devido à falta de habilidade técnica ou administrativa para o desenvolvimento do novo produto e, principalmente, falta de recursos. Ainda segundo os autores, o vale da morte ocorre em dois momentos cruciais: entre a fase de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) e a construção do protótipo e, entre a fase piloto e a comercialização.

Desta forma, o financiamento é efetuado em uma *startup* com a função de completar a fase de desenvolvimento dos produtos ou realizar ações de marketing para o início da comercialização (BEATON, 2010).

Para Broughman e Fried (2013), é nesse momento de financiamento, que os capitalistas de risco desempenham um papel significativo, especialmente em negócios *startups* baseados em tecnologia.

Esses são reconhecidos por atraírem os capitalistas de risco, principalmente, devido aos seus produtos ou serviços inovadores que aumentam as chances de crescimento da empresa e, conseqüentemente, a possibilidade de alcançar um mercado maior (MARIANO; MAYER, 2008).



Essa modalidade de investimento tem como mecanismo de funcionamento a compra de uma participação acionária, com o objetivo de ter a empresa valorizada, logo, também as ações, para a posterior saída da operação através de uma venda dessas ações.

Segundo Gomper (1994), o capitalismo de risco teve início no final do século XIX e começo do século XX, a partir dos investimentos em alta tecnologia realizados pelas famílias ricas norte-americanas que procuravam aplicações que lhes proporcionasse uma maior rentabilidade.

Kortum e Lerner (2000, p.676) conceituam o capital de risco como “investimento ligado a jovens empresas privadas, onde o investidor é um intermediário financeiro que normalmente é um diretor ativo, um assessor, ou até mesmo um gerente da empresa”.

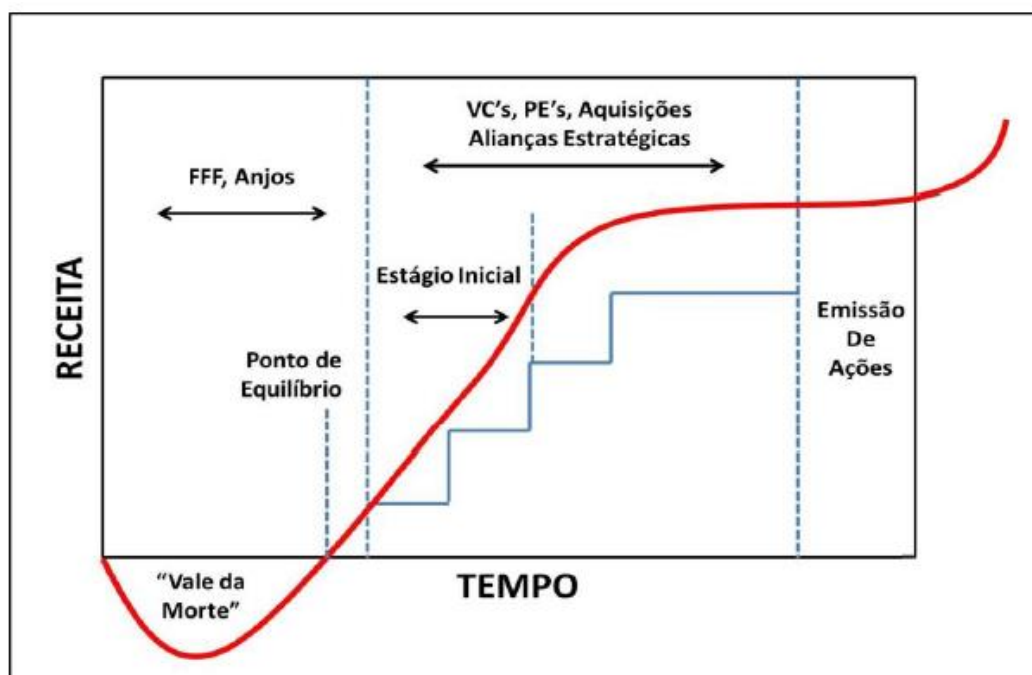
Já Landström (2007, p.5) define o capital de risco da seguinte maneira:

[...] forma específica de financiamento industrial (de forma mais ampla, uma parte de um mercado de capitais, de base privada) em que os investimentos são feitos por instituições, empresas e indivíduos ricos em empreendimentos que não são cotados em um mercado de ações, e que tem potencial para crescer e tornar-se jogadores importantes no mercado internacional.

Spina (2013) afirma que é possível subdividir o capital de risco em cinco segmentos: Família, Amigos e Fundadores (FFF), Investimento Anjo, *Venture Capital*, *Private Equity* e IPO.

Essas modalidades de capital de risco estão intrinsecamente relacionadas ao ciclo de financiamento de *startups*. Mason e Harrison (2015) abordam tal relação por meio do conceito da “escada rolante do financiamento”, que observa a empresa na busca de capital investidor iniciando na modalidade de FFF. Após esse degrau, buscam os investidores anjos, seguidos do *Venture Capital*, *Private Equity*, para então, finalmente, cotação em bolsa, também denominado de IPO. Este fluxo de investimentos é estruturado abaixo na figura 1.

Figura 1 - Ciclo de financiamento das *startups*



Fonte: Adaptado de Mason e Morison (2015)

O primeiro degrau após o investimento dos próprios fundadores, da família e até amigos são os Investidores Anjos, que segundo Bacher e Guild (1996, p. 364) são “indivíduos à parte dos empreendedores e da família, que investem seus próprios fundos em companhias privadas”.

A lógica do investimento anjo é bastante antiga, no entanto, o termo somente começou a ser utilizado no final do século XIX quando investidores começaram a aportar recursos na produção de novos musicais e peças da Broadway (RAMADANI, 2009).

Estes investidores, no contexto brasileiro, aportam no máximo um milhão de reais na empresa e ficam com cerca de 20% da participação acionária, dado o valor de mercado acordado entre as partes, segundo dados da Anjos do Brasil (2015).

Além disso, o levantamento da Anjos do Brasil indica um crescimento desse tipo de investimento no país, que saiu de R\$ 450 milhões em 2011 para R\$ 784 milhões em 2015, um aumento de 74% no período, quase 12% ao ano, como observado na tabela 3 (SPINA, 2015).

Tabela 3 - Evolução do Investimento Anjo no Brasil (Volume anual em R\$ milhões)

Ano	2011	2012	2013	2014	2015
Volume Anual	450	495	619	688	784
Crescimento	-	10%	25%	11%	14%

Fonte: Adaptado de Spina (2015)

Outra modalidade de capital de risco é o *venture capital* que é um mecanismo de investimento temporário em empresas emergentes com evidente potencial de crescimento. No Brasil, houve um crescimento de 50% nos investimentos de *Venture Capital* em *startups* no período de 2010 e 2016 (TUNGUZ, 2017).

Na perspectiva do investidor, o investimento em *venture capital* é considerado de alto risco, pois tem baixa liquidez, visto que o resgate ou o desinvestimento não é feito a qualquer momento a um preço justo, além de haver o risco da empresa que recebeu aporte de capital não se valorizar como o esperado (MEIRELLES; PIMENTA JUNIOR; REBELATTO, 2008).

Por último, há os fundos de *private equity*, que segundo Carvalho, Ribeiro e Furtado (2009, p. 10)

“investem em grandes empresas, com faturamento superior a dezenas de milhões ou mais, contando inclusive com mecanismos de alavancagem financeira (endividamento). Esse é o caso de empresas que estão se preparando para abrir capital na bolsa de valores, por exemplo.”

Carvalho *et al.* (2006, p. 135) também relatam que o termo *private equity* é “comumente utilizado como sinônimo de investimentos em empresas amadurecidas, sem que isso necessariamente implique em menor envolvimento do gestor. ”

No entanto, Wong, Bhatia e Freeman (2009), bem como Kerr, Lerner e Schoar (2011) explicam que os investidores anjo têm recebido muito menos atenção dos pesquisadores se comparados com os investidores de *venture capital* e *private equity*, apesar do aumento significativo desse tipo de investimento nos últimos anos. Segundo os autores, a ausência da pesquisa se dá, principalmente, no entendimento dos processos de decisão de investimento anjo (OSNA-BRUGGE, 2000).

É neste contexto que a pesquisa proposta por este trabalho busca-se inserir, ou seja, analisar as alternativas de investimento de um investidor anjo aplicando os conceitos de Opções Reais nesse processo de decisão.

Petty e Gruber (2011) colocam que a literatura indica quatro amplas características avaliadas pelos investidores: (i) os gestores da empresa; (ii) o mercado de atuação; (iii) o produto ou serviço; e (iv) o potencial financeiro do investimento.

No entanto, segundo Hendon *et al.* (2012), o retorno financeiro é a principal razão de um investimento anjo, pois ao avaliar as alternativas de investimento, os investidores utilizam critérios de mercado e financeiros. Dessa forma, acreditando em uma maior taxa de retorno sobre o dinheiro investido na *startup*, o investimento torna-se atrativo quando comparado à alternativas menos arriscadas, como ações e títulos públicos.

A determinação do valor da empresa (*valuation*) através de projeções financeiras é uma das formas de mensurar esse retorno financeiro, logo, é o critério mais importante nas decisões de investimento para os investidores anjo, e o segundo mais importante para os *venture capitalists* (MASON; STARK, 2004).

Para Miloud, Aspellund e Cabrol (2012), o *valuation* é importante porque o valor da empresa determina a proporção de ações que os investidores recebem em troca de seus investimentos, orientando, assim, sua rentabilidade.

Nakagawa (2011, p. 252) define que “*valuation* significa o processo de determinação do valor de um ativo qualquer”. Contudo, Damodaran (2012) chama a atenção para alguns aspectos:

- *Valuation* utiliza modelos quantitativos que são alimentados por ideias subjetivas, logo, o processo de precificar um ativo não é puramente objetivo;
- O modelo de *valuation* está em constante mudança pois, conforme novas informações surgem, os modelos devem refletir os cenários diferentes;
- O valor estimado fornecido pelo *valuation* não será preciso. Todo o estudo é com base em estimativas de erro e incertezas sobre os números finais, independente de quão sofisticado seja o modelo utilizado;

- O processo de *valuation* é tão importante quanto os resultados obtidos, pois a criação destes modelos fornece respostas a questões difíceis de serem respondidas, que, por fim, aumentam o conhecimento do negócio.

Por fim, Damodaran (2012) defende que o *valuation* deve ser a parte central de uma análise de aquisição ou investimento, pois o indivíduo ou a entidade precisam decidir o valor justo da empresa antes da tomada de decisão e, consequentemente, de fazer a proposta.

## **CAPÍTULO 2: REFERENCIAL TEÓRICO**

### **Métodos de avaliação de empresas**

Segundo Martins, Castro e Gomes (2007) a avaliação de ativos, empresas e negócios vem se destacando em grau de importância na engenharia financeira.

Cunha (2011) relata ainda que os propósitos da avaliação de empresas são diversos, entre eles sobressaem-se: (i) verificar se o desempenho econômico-financeiro esperado está sendo realizado; (ii) apurar qual é o risco do negócio da empresa; (iii) investigar se as práticas contábeis são condizentes com o seu desempenho; (iv) conhecer as estratégias da empresa; (v) saber se a empresa tem potencial de crescimento; (vi) informar se a empresa é um alvo potencial para fusão ou aquisição; (vii) levantar o valor pela saída da sociedade; (viii) disponibilizar o valor da empresa ao mercado financeiro, entre outros.

Outro ponto importante a ser ressaltado é que os métodos de avaliação de empresas não se limitam a avaliar ações negociadas no mercado de ações. Eles devem ser usados também para auxiliar a tomada de decisão de investimento (SANTIAGO FILHO; FAMÁ, 2001).

Para Endler (2004, p. 2), “o processo de avaliação consiste na estimativa de valor para uma empresa ou ativo e tem como base um método matemático utilizado em um dado momento. ” Tal mensuração considera certas premissas, hipóteses e o contexto que a avaliação está sendo realizada, como por exemplo, o mercado no qual a empresa atua e as expectativas de resultados futuros.

Dessa forma, a avaliação de empresas pode ser definida como o processo pelo qual projeções de desempenho são convertidas em uma estimativa de valor da empresa (PALEPU; HEALY, 2004).

De acordo com Damadoran (2006, p. 6), esse valor “[...] pode ser considerado o valor que seria atrelado a um ativo por um sábio analista, com acesso a todas informações disponíveis no momento e a um modelo perfeito de avaliação [...]”.

Logo, “o objetivo de uma avaliação de uma empresa é apurar o *fair value*, ou seja, o valor justo” (ASSAF NETO, 2010, p.658).

Entretanto, a subjetividade envolvida no processo de avaliação é uma das maiores dificuldades da mensuração do valor de um ativo e “quaisquer pré-concepções ou preconceitos que o analista trazer para o processo de avaliação acabarão por se incorporar ao valor” (DAMODARAN, 1997, p. 9).

Martins *et al.* (2001, p. 268) alertam que na escolha do modelo deve ser considerado o propósito da avaliação e as características próprias do empreendimento, os autores os classificam da seguinte forma: (i) técnicas baseadas em comparativos de mercado; (ii) técnicas baseadas em ativos e passivos contábeis ajustados; (iii) e técnicas baseadas em desconto de fluxos futuros de benefícios.

Amram e Kutilaka (1999) advertem que quando se trata de *startups* inovadoras, pode ser extremamente difícil determinar qual o método de avaliação de empresas apropriado a ser utilizado.

O presente trabalho traz na sua fundamentação teórica os conceitos de dois principais métodos de *valuation* baseados em descontos de fluxos futuros: o Fluxo de Caixa Descontado (FCD) e os métodos de Opções Reais.

## Fluxo de Caixa Descontado (FCD)

A avaliação dos fluxos de caixa descontados (FCD), pode ser definida, segundo Ross (2000, p. 215) como “O processo de avaliação de um investimento descontando seus fluxos de caixa futuros”.

Como a maioria das ferramentas utilizadas para avaliação de ativos, o método do FCD foi desenvolvido para valorar ativos financeiros como títulos e ações. Lemme (2000) identifica alguns dos problemas decorrentes da aplicação deste método para ativos reais na tabela 4:

Tabela 4 - Diferenças entre ativos financeiros e ativos reais

Ativos Financeiros	Ativos Reais	Comentário
Divisibilidade	Indivisibilidade	Projetos não são divisíveis, valor do controle faz com que o todo não corresponda a soma das partes
Repetição de Eventos	Eventos Únicos	Não replicabilidade reduz utilidade de medidas estatísticas
Alta liquidez	Baixa liquidez	Baixa liquidez aumenta o risco
Baixo custo de transação	Alto custo de transação	Viola premissa do CAPM
Informações amplamente difundidas	Assimetria de informações entre investidores	Permite ganhos de arbitragem
Existência de mercado	Ausência de mercado	Sem preço de mercado
Risco de mercado	Risco de mercado e Risco privado	Risco privado não correlacionado com o mercado
Curto Prazo	Longo Prazo	Tempo para expiração

Fonte: Adaptado de Lemme (2000)

Apesar dessas críticas, o método do FCD continua a ser o mais utilizado na prática de avaliação de empresas (JENNERGEN, 2008; JIMENEZ; PASCUAL, 2008). Sundem e Geijsbeek (1978) corroboram tal afirmação através de uma pesquisa com uma amostra de 424 grandes empresas, nas quais 86% delas utilizam o FCD.

Para Assaf Neto (2007), Sanvicente e Mellagi Filho (1988) e Martins (2001) ao avaliar uma empresa o analista ou investidor procura basicamente atribuir seu valor justo de mercado, que segundo Damoraran (2002, p. 214) é “o valor presente de seus fluxos de caixas previstos ao longo de sua vida”.



Damodaran (1997) também cita outra aplicação que seria avaliar o impacto de decisões estratégicas, financeiras e operacionais na consecução do objetivo principal da empresa: a maximização do valor.

Toda metodologia de avaliação deve assumir dois principais pressupostos: (i) a descontinuidade, quando em desmanche ou liquidação e (ii) em continuidade (MARTINS *et al.*, 2001).

Dado o fato de que uma empresa *startup* está em um estágio inicial do seu ciclo de vida, este trabalho é guiado pelo princípio da continuidade do negócio, ou seja, de que a empresa não se extinguirá em um futuro previsível.

Assumindo, no entanto, a premissa de continuidade, o fluxo de caixa deverá, além de refletir os benefícios do período explícito (curto prazo), também considerar os benefícios futuros não explícitos (longo prazo) (MARTINS *et al.*, 2001).

O período explícito, usualmente, corresponde ao período de 5 a 10 anos, no qual a empresa tem o seu momento de pico de crescimento; já o período não explícito corresponde ao momento de maturidade da empresa, ou seja, quando já é possível observar uma taxa de crescimento constante.

Ademais, Copeland, Koller e Murrin (2002, p. 158) acrescentam que

[...] as abordagens FCD são baseadas em fórmulas e adotam premissas simplificadoras sobre as empresas e seus fluxos de caixa (por exemplo, crescimento constante da receita e das margens), de forma que todo o fluxo de caixa pode ser capturado em uma fórmula concisa.

Logo, segundo Cunha (2011), a fórmula abaixo representa a abordagem do FCD considerando os dois momentos antes e depois do período de projeção explícita.

$$V = \sum \frac{E(FC)_{\text{projeção}}}{(1+K)^n} + \frac{E(FC)_{\text{após projeção}}}{K-g} \quad (1)$$

Onde:

E(FC) = equivalente certo do fluxo de caixa.

$K$  = custo de capital.

$g$  = taxa de crescimento.

A premissa de continuidade ou perpetuidade do negócio é representada na fórmula através do valor presente de seus fluxos econômicos futuros esperados de caixa ( $E(FC)$ ), sob as expectativas de crescimento constante ( $g$ ) e o risco associado ( $K$ ), conhecido como o valor residual do fluxo de caixa.

Em resumo, o FCD possui três pontos básicos: (i) a projeção do fluxo de caixa esperado; (ii) a estimativa da taxa de desconto ou custo de capital que reflete o risco assumido pelo detentor do fluxo de caixa e (iii) a taxa de crescimento esperada (CUNHA, 2011).

Para Kaplan e Ruback (2012), o método de fluxo de caixa descontado está diretamente relacionado à previsão dos fluxos de caixa da empresa que está sendo avaliada, contudo, a confiabilidade da avaliação depende da precisão das projeções do fluxo de caixa, entre outros fatores.

Essas projeções envolvem diversas atividades de estimação de valores ou podem ser baseadas em dados históricos que servirão como *inputs* para construção delas.

Com isso, Steigar (2008) afirma que o método do FCD depende significativamente dos dados utilizados como *inputs*, podendo gerar resultados pouco viáveis quando introduzidos ou calculados erroneamente.

Damodaran reforça tal pensamento ao alertar que “Uma falha em ajustar os lucros dessas subidas e descidas cíclicas pode levar a uma subavaliação significativa dessas empresas nas profundezas de uma recessão e a uma superavaliação significativa no pico de uma recuperação (DAMODARAN, 1999, p.354).

No entanto, Damodaran (1999) também aborda a importância da estimação da taxa de desconto ou custo de capital que é uma das mais delicadas etapas da avaliação, já que esta reflete aspectos de natureza subjetiva e variável do investidor, tais como custo de oportunidade e a percepção particular do risco do investimento.

Copeland, Koller e Murrin (2002, p.205) explicam que

tanto credores quanto acionistas esperam ser remunerados pelo custo de oportunidade do investimento de seus recursos em uma determinada empresa, em vez de outra de risco semelhante. O custo médio ponderado do capital (WACC) é a taxa de desconto, ou valor do dinheiro no tempo, usada para converter o fluxo de caixa livre futuro em valor presente para todos os investidores.

Uma das principais dificuldades de se trabalhar com o custo de capital está no fato da inexistência de um modelo definitivo, plenamente satisfatório em prever a inexistência associada a cada decisão (ASSAF NETO, 2008).

Ross, Westerfield e Jaffe (1995, p. 358) trazem que o modelo mais utilizado na literatura é o de que o custo de capital é “uma média ponderada entre o custo de capital de terceiros e o custo de capital próprio”, também conhecido pela sigla WACC.

Sendo possível determinar essa estrutura de capital, como premissa de avaliação, tem-se que o WACC é estimado, tradicionalmente, conforme se segue:

$$WACC = \left( K_e \times \frac{PL}{PL + D} \right) + \left( K_d \times (1 - T) \times \frac{D}{PL + D} \right) \quad (2)$$

Onde:

$K_e$  = custo de capital próprio.

$K_d$  = custo de capital de terceiros.

PL = patrimônio líquido (*equity*).

D = dívida (*debt*).

T = taxa de imposto.

Dentre os modelos de mensuração do custo de capital próprio ( $K_e$ ), destacam-se: (i) o Modelo de Gordon; (ii) o Modelo de Ohlson-Juettner; (iii) o *Arbitrage Pricing Model* e (iv) o *Capital Asset Pricing Model* (CAPM) (CUNHA, 2011).

Damodaran (1999), Copeland (2001) e Ross (1995) recomendam a utilização do CAPM na mensuração do custo de capital próprio, pois é ajustado ao risco e leva em conta a inflação esperada.

As principais premissas que norteiam o CAPM são, basicamente, a diversificação da carteira de ativos e a eficiência do mercado, que se baseia no fato da existência de um grande fluxo de informações entre compradores e vendedores e preços formados livremente pela lei da oferta e da demanda (PEREIRO, 2002).

Segundo Ross (2000, p. 306), o CAPM mostra que o retorno esperado depende de três componentes:

- a) Valor puro do dinheiro no tempo: medido pela taxa livre de risco,  $R_f$ , ou seja, retorno exigido sem risco assumido;
- b) Recompensa por assumir risco sistemático: medida pelo prêmio por risco de mercado,  $[E(R_m) - R_f]$ , correspondente à recompensa do mercado por assumir-se um risco;
- c) Nível de risco sistemático: medido pelo que representa o nível de risco sistemático (beta) presente em determinado ativo.

Com isso, o CAPM pode ser descrito pela seguinte fórmula:

$$K_e = R_f + \beta \times (R_m - R_f) \quad (3)$$

Onde:

$R_f$  = rentabilidade do ativo livre de risco.

$B$  = coeficiente beta ou medida do risco sistemático.

$R_m$  = rentabilidade da carteira de mercado.

Além disso, o modelo assume que o único risco avaliado é a covariância (risco não diversificável). Todos os outros riscos são diversificáveis e não são compensados.

Isso é a contribuição da variância da carteira na precificação de um ativo (CUNHA, 2011).

Algumas formas de estimação dos componentes do CAPM seguem na tabela 5.

Tabela 5 - Formas de estimação dos componentes do CAPM

Retorno livre de risco	Prêmio de risco de mercado
US Treasury 10 anos	Média geométrica histórica do mercado acionário americano
US Treasury 30 anos	Histórico do SP500 contra o T-Bond
Selic, CDI e CDB	Bovespa, FGV.

Fonte: Elaboração própria do autor

No âmbito do cálculo da taxa de desconto, destaca-se ainda que é preciso utilizar um WACC e custo de capital próprio diferente para cada ano a fim de se considerar a estrutura de capital do ano em questão, já que em ambientes mais voláteis, como é o caso da realidade das empresas brasileiras, existem modificações mais significativas nessas estruturas (CUNHA; RECH, 2010).

Quanto a estimativa da taxa de crescimento, são necessários dois enfoques principais: um conservador e outro menos conservador. No enfoque menos conservador, admite-se que os negócios são capazes de gerar retornos mais elevados que a remuneração mínima exigida pelos detentores de capitais. Já na alternativa conservadora, presume-se que a agregação de valor, ou seja, taxas de crescimento mais elevadas, só ocorrem na fase de projeção explícita, portanto, assume-se uma taxa de crescimento constante e em um patamar menos elevado.

Apesar da larga utilização, para Chew (1997 *apud* Bose e Thomas 2007), o modelo do FCD é limitado quando se trata de avaliação de ativos intangíveis ou quando há um patamar elevado de inovação no negócio.

Segundo Dixit e Pindyck (1994), as grandes mudanças ocorridas no cenário econômico mundial, onde a incerteza impera em quase todos os mercados, fez com que os métodos tradicionais, como o FCD, não fossem suficientes para captar

determinadas características das empresas ou projetos de investimento, o que muitas vezes conduz à distorções graves nos resultados obtidos do modelo.

Para Macedo (1999), os profissionais responsáveis pela elaboração do planeamento estratégico das empresas estão como principais críticos do modelo do FCD, pois ele privilegia os investimentos de curto prazo, devido a elevada importância das análises financeiras, enquanto que, os investimentos de longo prazo acabam sendo prejudicados devido à incerteza e demora para recebimento de fluxos de caixa futuros.

O questionamento também existe na área de análise de investimentos, pois os modelos tradicionais tendem a induzir decisões equivocadas de investimento, pelo fato de ignorar duas características fundamentais para a decisão de investir, que são a irreversibilidade do investimento e a possibilidade de adiamento (DIXIT; PINDYCK, 1994).

Trigeorgis e Manson (1987) enfatizam a crítica ao destacar o fato de que estas técnicas, em situações de incerteza, falham no reconhecimento das flexibilidades administrativas dos gestores na tomada de decisão, podendo gerar resultados enviesados.

Outra premissa implícita no método do FCD é a suposição de que o investimento deve ser realizado de maneira imediata (HUBBARD, 1994). Se a decisão de investimento não for tomada no momento presente, então não pode ser tomada mais tarde. Isto desvaloriza significativamente o investimento por ignorar essas flexibilidades administrativas, como por exemplo, a opção de tomar uma decisão no futuro, que normalmente existe no mundo real (AMRAN; HOWE, 2003).

## Opções Reais

A avaliação por Opções Reais tem como principais vantagens o fato de levar em consideração a volatilidade, o *timing* do investimento e a flexibilidade de gestão comum em tantos projetos, ao contrário do método do FCD (MUN, 2002; VAN PUTTEN; MACMILLAN, 2004).

Um dos primeiros trabalhos a abordar as limitações do método do FCD foi Robichek & Van Horne (1967) que analisou a opção de abandono de um projeto e concluiu que a análise tradicional não incorpora esse valor. Embora as suas conclusões estivessem corretas, a sua função de valoração estava incorreta, pois não incorporava os métodos de valoração de opções que só seriam desenvolvidos anos mais tarde por Black e Sholes (1973). Assim, foi apenas com o desenvolvimento da Teoria das Opções Reais (TOR), nos últimos anos, que se pode estabelecer uma metodologia para se quantificar estes valores (DIXIT; PINDYCK, 1994).

A opção de abandono é considerada uma das flexibilidades gerenciais que a TOR é capaz de quantificar. Conforme Minardi (2004, p. 21), “A flexibilidade gerencial é uma possibilidade, mas não uma obrigação, de alterar um projeto em diferentes etapas de sua vida útil”.

Justamente por ser capaz de incorporar os valores dessas flexibilidades de adiar, abandonar, expandir, suspender ou retomar um projeto com investimento irreversível em condições de incerteza, o método das opções reais pode gerar resultados substancialmente maiores que os determinados pelo método do FCD.

Para Dixit e Pindyck (1994), uma opção real é a flexibilidade que um tomador de decisão tem, com o surgimento de novas informações, para tomar decisões que podem influenciar diretamente no valor final de um projeto ou empresa.

A Teoria de Opções Reais – TOR é derivada da teoria de opções financeiras (BOUCHAUD; POTTERS, 1999) existente na moderna teoria de finanças (JENSEN; SMITH 1984; SANVICENTE, 1991), tendo mecânica parecida, mas com o intuito de avaliar opções de negócios (projetos) da empresa. (RIIHIMAKI, 2007).

Rigolon (1999) justifica a utilização de Opções Reais para a avaliação de investimentos, pois as mesmas opções reais que são utilizadas para projetos e empresas, podem ser exercidas para a análise de investimentos, conforme a analogia estabelecida na tabela 6.

Tabela 6 - Analogia entre opções reais e financeiras

Itens	Opção Financeira	Opção Reais
Custo	Preço de Exercício	Investimento
Ativo Subjacente	Ação	Projeto
Retorno do Ativo	Retorno da Ação	Retorno do Projeto
Ganhos de Capital (do Ativo)	Variações no Preço da Ação	Variações no Valor do Projeto
Retorno (do Ativo) com Dividendos	Fluxo de Dividendos da Ação	Fluxo de Caixa do Projeto Líquido das Variações no seu Valor

Fonte: Adaptado de Rygolon (1999)

Uma das primeiras aplicações da TOR surgiu na área de investimentos em recursos naturais, analisando a opção de parada ou abandono de uma mina (BRENNAN & SCHUWARTZ, 1985). Logo em seguida Paddock, Siegel e Smith (1988), utilizaram a teoria das opções reais para avaliar o *timing* do desenvolvimento de um investimento, demonstrando empiricamente que a avaliação através da TOR, levaria a resultados melhores do que pelo método do FCD. No Brasil da mesma maneira, a utilização tem sido feita em vários setores, como mostra Dias (2005) que usou a TOR para avaliar investimentos sob condições de incerteza na exploração e produção do petróleo. Outro setor avaliado foi o setor elétrico. Castro (2000) analisou através da TOR, a flexibilidade de uma usina termoeletrica, já Gomes (2002) utilizou o método para verificar o melhor momento de se investir em termoeletricidade no Brasil.

Segundo Minardi (2000, p. 76) “a teoria de opções é a melhor abordagem para avaliar projetos quando existem flexibilidades gerenciais significativas, sendo bem menos subjetiva que outras técnicas. ”

Assaf Neto (2010) coloca ainda que a avaliação por opções reais é recomendada para investimentos com alta flexibilidade, como por exemplo, caso o resultado atingido não seja o esperado, poderá haver alteração do prazo.



No entanto, para que um projeto apresente o valor de opção, segundo Brandão (2002), três condições são necessárias: (i) que o investimento seja total ou pelo menos parcialmente irreversível; (ii) que exista flexibilidade para o gerente operar o projeto de forma diferenciada e; (iii) que exista incerteza sobre o nível de fluxo de caixa futuros que este projeto poderá gerar.

É importante ressaltar que a TOR não rejeita o FCD, e sim o complementa somando o valor das opções embutidas (BRASIL, 2007).

Segundo Minardi (2000) e Trigeorgis (1993), essa complementariedade requer uma regra para um VPL expandido que reflita os dois componentes: o VPL tradicional (passivo ou estático) e o valor da opção. Dessa forma, tem-se:

$$VPL \text{ expandido} = VPL \text{ estático (passivo)} + \text{Valor da opção} \quad (4)$$

Dentre as metodologias de Opções Reais, duas principais metodologias se destacam: a proposta por Black e Scholes (1973) através da fórmula para precificação de opções europeias e; a proposta por Cox, Ross e Rubinstein (1979) que trata da avaliação por árvore de decisão binomial.

A metodologia de Black e Scholes (1973) propõe que o VPL estático deve ser calculado através do método do FCD, enquanto que o valor da opção, deve ser calculado através das seguintes fórmulas:

$$C = S\Phi(d_1) - Ke^{-rT}\Phi(d_2) \quad (5)$$

$$d_1 = \frac{\ln(S/K) + (r + \sigma^2/2)T}{\sigma\sqrt{T}} \quad (6)$$

$$d_2 = \frac{\ln(S/K) + (r - \sigma^2/2)T}{\sigma\sqrt{T}} = d_1 - \sigma\sqrt{T}. \quad (7)$$

Onde

S = valor presente dos fluxos de caixa futuros esperados.

K = capital inicial.

r = taxa livre de risco (custo de oportunidade).

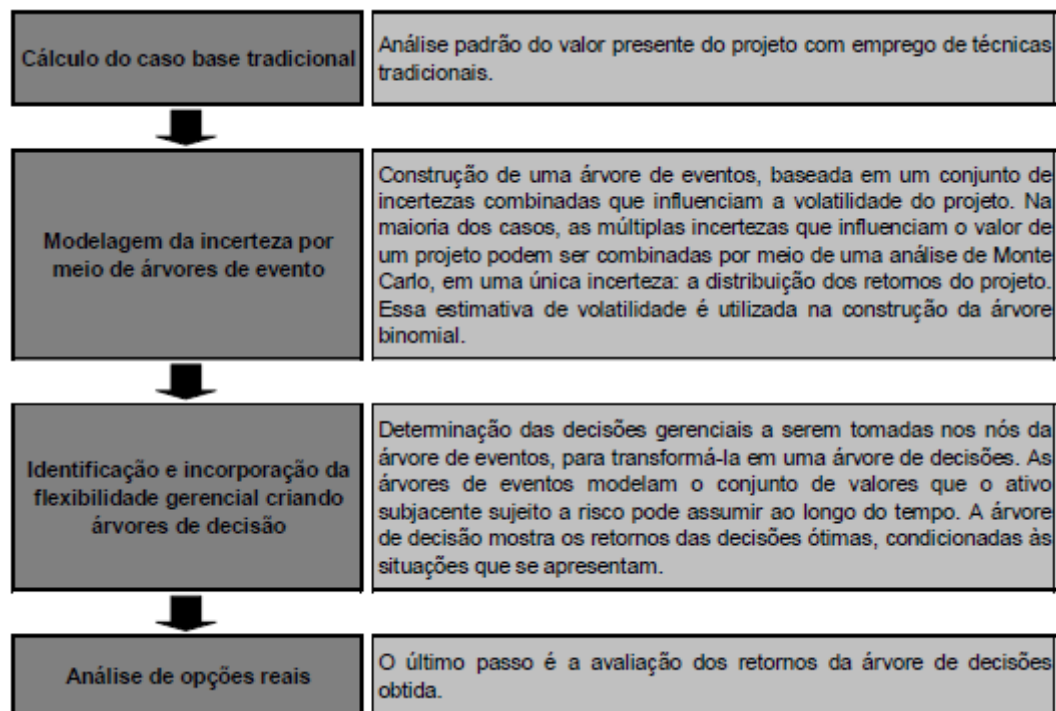
t = prazo do direito do projeto.

$\Phi$  = função de distribuição normal cumulativa.

$\sigma$  = volatilidade do projeto.

Já a metodologia proposta por Cox, Ross e Rubinstein (1979) incorpora a árvore de decisão para o cálculo do valor do projeto ou da empresa com a opção. Ela é composta por 4 etapas, as quais são descritas na figura 2.

Figura 2 - Etapas do processo de avaliação de opções reais



Fonte: Adaptado de Miranda (2005)

Na etapa da árvore de decisão, o cálculo para a ascensão é dado pela equação (8) e para o descenso é dado pela equação (9), onde  $\vartheta_0$  é o valor atual do ativo;  $\sigma$  é a volatilidade e  $dt$  o intervalo de tempo (HULL, 2012).

$$\vartheta_{up} = \vartheta_0 e^{\sigma\sqrt{dt}} \quad (8)$$

$$\vartheta_{down} = \vartheta_0 e^{-\sigma\sqrt{dt}} \quad (9)$$

Logo, Trigeorgis e Manson (1987) afirmam que é possível avaliar o modelo de opções reais como uma versão corrigida da análise de árvores de decisão.

Tal fato faz com que o método de opções reais permita uma melhor avaliação da empresa sobre suas decisões de investimento até a obtenção mais clara de informação (ROSS; WESTERFIELD; JAFFE, 2008). Amram e Kulatilaka (1999)

também destacam que a TOR permite aos gestores uma tomada de decisão mais eficiente em relação às oportunidades de investimento.

Perlitz, Peske e Schrank (1999) aprofundaram e ampliaram a discussão para a utilização do modelo de opções reais para a área de pesquisa e desenvolvimento (P&D), principalmente, por ser possível quantificar as opções de um investimento em P&D, que seriam: a oportunidade inicial de investimento e pelas oportunidades resultantes desse investimento inicial.

Com isso, pode-se afirmar que o método de opções reais proporciona um importante meio para avaliação de empresas que não possuem receita, ou seja, que estão na fase inicial da sua operação e, assim, do seu ciclo de vida (KELLOGG; CHARNES; DEMIRER, 1999).

Por fim, este método requer também a implementação de técnicas de estimação de taxas de crescimento dos rendimentos no médio e longo prazo, da volatilidade do crescimento e das margens operacionais, que são exatamente os mesmos requisitos do método do FCD (KOLLER; GOEDHART; WESSELS, 2010).

Dessa forma, segundo diversos autores, como Muller e Telo (2003), Perez e Fama (2004), Martelanc *et al.* (2005), Galdi *et al.* (2008), Assaf Neto (2010), Fernández (2007), Piloto *et al.* (2008), Copeland *et al.* (2002), Damodaran (2006), entre outros, os métodos integrados ao modelo de avaliação do FCD são os mais conceitualmente corretos.

### Método Integrado de Avaliação por Opções

Apesar das diversas vantagens da avaliação por opções reais, esta apresenta uma desvantagem que torna sua aplicação limitada. Isto se deve ao fato de que para se determinar o valor de um projeto ou empresa, é necessário encontrar no mercado um portfólio ou estratégia de investimento que replique com perfeição o investimento a ser realizado, ou seja, assume que o mercado é completo e somente com as informações dispostas por ele, já é possível entendê-lo como um todo. Tal

pressuposto pode ser válido para as opções financeiras, contudo, quando se tratam de ativos reais é muito irreal (SMITH; MCCARDLE, 1998).

No entanto, Smith e Nau (1995) afirmam que o método integrado ultrapassa estas limitações, ao conjugar opções financeiras com instrumentos de análise de decisão, especificamente a árvore de decisão.

Segundo Smith e McCardle (1998), a ideia base do procedimento integrado de avaliação é utilizar métodos de cálculo de preços de opções financeiras para avaliar os riscos que podem ser diversificados através de ativos negociáveis (riscos públicos) e procedimentos de análise de decisão para avaliar riscos que não podem ser diversificados (riscos privados). Os autores ainda complementam que os riscos privados dizem respeito a características inerentes à empresa.

Amram e Kulatilaka (1999) argumentam que boa parte dos investimentos apresentam uma interação entre esses dois tipos de riscos. A tabela 7 abaixo apresenta algumas diferenças entre eles.

Tabela 7 - Diferenças entre risco privado e de mercado

Risco Privado	Risco de mercado
Natureza endógena ao processo decisório	Natureza exógena ao processo decisório
Não sofre influência pela decisão de adiamento	Correlaciona-se com os movimentos da economia
Orienta o investimento para uma implantação escalonada com ajustes inter-escalas	Tem influência direta na propensão para investir em determinado projeto

Fonte: Adaptado de Vanderlei e Carmona (2008)

De acordo com Smith e Nau (1995), o método integrado tem a premissa de que o mercado é completo em relação aos riscos públicos e incompleto para os riscos privados. Quando os mercados são completos, apenas existem riscos públicos, as decisões de investimento podem ser feitas unicamente com base nas informações disponíveis no mercado, ou seja, as crenças e preferências do investidor não influenciarão na sua decisão final.

Por outro lado, quando os mercados são incompletos, ou seja, existem riscos privados, não é possível montar um portfólio de ativos que mapeie as mudanças estocásticas do projeto, portanto, as crenças e preferências, que são as suas atitudes face ao risco, podem diferir entre os investidores (BRANDÃO, 2002; SMITH; NAU, 1995).

Desta forma, como pressuposto fundamental do método integrado de avaliação por opções, o mercado é parcialmente completo.

Para solucionar a questão do mercado não ser totalmente completo, utiliza-se, então, a alternativa de separação dos riscos do projeto, citada anteriormente, em riscos de mercado, que podem ser replicados por um portfólio de ativos, logo, não podem ser diversificados pelo investidor, e riscos privados.

Os riscos privados podem ser replicados através de probabilidades subjetivas e uma função utilidade exponencial, que leva em conta a aversão ao risco do investidor, a partir da qual se determina o equivalente certo, que é então descontado à uma taxa livre de risco (BRANDÃO, 2002; SMITH; NAU, 1993).

## **Árvore de decisão**

A utilização de instrumentos de análise de decisão, especificamente a árvore de decisão, como uma ferramenta de tomada de decisões de investimentos foi proposta por Magee (1964), com base no trabalho de Von Neumann e Morgenstern (1944).

Lachman (1960) defende o uso da árvore de decisão no auxílio da tomada de decisão, principalmente por ela trazer as seguintes vantagens:

- Aparece sob a forma de representação gráfica;
- Ajuda a identificar várias interpretações sobre as relações entre seus elementos;
- Serve como base para regras de referência;
- Facilita a visualização do sistema.

Além disso, a árvore de decisão se mostra uma importante ferramenta para inserir a flexibilidade gerencial identificada nos modelos de opções reais no cálculo da avaliação da empresa ou projeto.

Por meio da árvore de decisão, a flexibilidade gerencial é modelada em tempo discreto através de instantes de decisão futuros que permitem ao gerente maximizar o valor do projeto ou empresa condicionado às informações disponíveis naquele instante, quando diversas incertezas possivelmente já foram resolvidas. Dessa forma, a presença da flexibilidade gerencial embutida nos nós de decisões futuras permite que seja modelado um processo de gerenciamento ativo do projeto ou da empresa (BRANDÃO, 2002).

Segundo Damodaran (2008), para a compreensão das árvores de decisão, deve-se distinguir os seguintes conceitos:

- Nódulos de raiz – representam o início da árvore, onde o tomador de decisão é apresentado com uma escolha, logo, o valor do investimento neste nóculo.
- Nódulos de evento – representam os resultados possíveis numa situação de aposta de risco. São definidos os resultados possível e probabilidades associadas a cada situação.
- Nódulos de decisão – representam escolhas que podem ser feitas pelo tomador de decisão.
- Nódulos finais – representam os resultados finais possíveis de resultados anteriores com risco e as respostas tomadas em resultado.

## CAPÍTULO 3: METODOLOGIA

O método integrado de avaliação por opções é o método aplicado neste trabalho e tem como base os estudos desenvolvidos por Smith e Nau (1995) e por Smith e McCardle (1998).

Este método pressupõe que o responsável pela decisão de investimento tem acesso a dois tipos de investimento: o projeto ou um ativo negociável, o qual é constituído por um portfólio de empresas de características semelhantes e um ativo sem risco. A decisão que este vai tomar é optar entre estas duas hipóteses de forma a maximizar a sua utilidade esperada do consumo. As preferências do consumidor pelo consumo  $x(t)$  podem ser representadas por uma função de utilidade exponencial dada por:

$$U(x(0), x(1), \dots, x(T)) = - \sum_{t=0}^T k(t) \exp\left(-\frac{x(t)}{\rho(t)}\right) \quad (10)$$

Onde  $p(t)$  representa a tolerância ao risco do investidor no período  $t$  e  $k(t)$  as preferências de tempo do responsável pela decisão (SMITH; MCCARDLE, 1998).

O método integrado conjuga as vantagens da avaliação por árvores de decisão, com a avaliação por opções financeiras, aliando estas aos riscos públicos e privados.

Resumidamente, o risco público corresponde à probabilidade de o mercado se apresentar favorável ou desfavorável ao desenvolvimento dos negócios nos próximos anos, por meio de árvores binomiais (LUENBERGER, 1998). Por outro lado, os riscos privados são analisados através de probabilidades subjetivas obtidas através de simulações de Monte Carlo da distribuição Normal (BORISON, 2005). Os riscos privados são os últimos da árvore de decisão, portanto, os primeiros a serem avaliados.

Os valores dos últimos nódulos da árvore de decisão são determinados através da substituição dos valores das projeções de fluxo de caixa obtidos pelas simulações



de Monte Carlo, pelos valores de equivalentes certos, que são os valores monetários obtidos com certeza e que têm os mesmos valores de utilidade que o investimento com risco (SMITH; MCCARDLE, 1998).

Por fim, com as probabilidades obtidas para o risco público dos movimentos ascendentes e descendentes, os equivalentes certos são substituídos por valores esperados e o processo de avaliação é finalizado.

## **Tipos de Riscos**

Como citado anteriormente, o método integrado prevê uma análise separada dos riscos (públicos e privados) envolvidos na tomada de decisão de investimento.

Os riscos privados, inerentes ao próprio negócio, correspondem aos últimos nós da árvore de decisão, portanto, são os primeiros a serem avaliados devido ao processo de *backwards induction*.

### **Riscos Privados**

Para este trabalho, foram determinadas duas fontes de risco privado. Em primeiro lugar existe a possibilidade do modelo de algoritmo desenvolvido pela empresa não obter um resultado positivo nos testes aos servidores e, conseqüentemente, sendo necessário o encerramento das funções da empresa, levando a uma perda de todo o investimento realizado.

Nesta primeira fase, o risco irá depender das previsões dos desenvolvedores da empresa quanto ao sucesso do teste do modelo desenvolvido.

O segundo risco está relacionado com a probabilidade de existirem diferentes possibilidades de *market share* para a empresa alvo da análise, ou seja, diferentes quotas de mercado. A quantificação desse risco será por meio de simulações de Monte Carlo da distribuição Normal resultantes de um processo de estimação e definição de premissas subjetivos.

Segundo Brás (2015), numa simulação Monte Carlo, o valor de um parâmetro é criado através da geração de um número aleatório, com a probabilidade de um determinado valor a ser definida pela associação de vários números aleatórios a essa variável. Ao se repetir este processo um número elevado de vezes, é possível criar uma imagem da distribuição normal do resultado das variáveis aleatórias, através das quais as estimativas dos parâmetros em estudo podem ser calculadas (média, desvio padrão, intervalos de confiança, entre outros).

No método integrado, os riscos privados são analisados numa primeira fase por estimativas e premissas subjetivas, após esse processo, são atualizados para os últimos nódulos da árvore de decisão através da incorporação da função utilidade do investidor. Tais etapas, substituem os valores subjetivos obtidos por equivalentes certos, tornando o mercado completo.

Os equivalentes certos resultam da inversa da função utilidade do investidor, através da seguinte fórmula:

$$EC = \frac{-\rho(t)}{(1+r_f)^t} \ln(p_1 \exp(\omega_1 / (\frac{-\rho(t)}{(1+r_f)^t}) + p_2 \exp(\omega_2 / (\frac{-\rho(t)}{(1+r_f)^t}) + \dots + p_n \exp(\omega_n / (\frac{-\rho(t)}{(1+r_f)^t})), \quad (11)$$

Onde  $p(n)$  ( $n=1,2,\dots$ ) corresponde à probabilidade do valor obtido para o fluxo de caixa nos nódulos correspondentes ao momento de avaliação dos riscos privados,  $\omega_n$  ( $n=1,2,\dots$ ),  $r_f$  é a taxa de juro sem risco e  $n$  corresponde ao número dos diferentes cenários possíveis para o valor do fluxo de caixa descontado (FCD).

### Premissas

As premissas correspondem as variáveis do cálculo de projeção de fluxo de caixa para a empresa alvo da pesquisa. Usualmente, este cálculo envolve a estimação e definição de premissas das seguintes variáveis:

- Receitas – valores provenientes da venda do produto ou serviço oferecido.

- Impostos – valores pagos a União de acordo com o regime de tributação que a empresa alvo da pesquisa se encontra.
- Custos – gastos que estão envolvidos diretamente com o *core business* da empresa.
- Despesas – gastos que não estão diretamente envolvidos com o *core business* da empresa, ou seja, despesas financeiras, administrativas, entre outros.

Uma vez definidas as variáveis, é preciso, então, estimar as taxas de crescimento tanto de receitas como dos custos e despesas. Para isso, utiliza-se o método da regressão linear.

Neste método são analisadas empresas do mesmo setor da empresa alvo da pesquisa e é verificado temporalmente o efeito de diversos fatores macroeconômicos nas taxas de crescimento observadas no período analisado. O modelo linear utilizado é definido pela seguinte função:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{i,1} + \dots + \beta_p x_{i,p} + \epsilon_i \quad (12)$$

Posteriormente, após a identificação dos fatores macroeconômicos mais relevantes no crescimento das empresas, avalia-se qual o cenário futuro esperado desses fatores para que seja possível então estimar a taxa de crescimento para o horizonte temporal definido da projeção de fluxo de caixa.

Em relação ao *market share*, deve-se definir ao menos três cenários, que influenciarão diretamente na projeção de receita do fluxo de caixa.

Com a projeção de receita definida, é estimada, então, a tributação relacionada a empresa e seus principais custos e despesas, para que assim, através de simulações de Monte Carlo, possam ser identificadas diversas possibilidades de fluxos de caixa.

Uma vez com os fluxos de caixas definidos, inicia-se o processo de *backwards induction* para que seja analisado os riscos públicos associados ao problema.

## Riscos Públicos

A análise de riscos públicos busca auferir as probabilidades do mercado se apresentar favorável ou desfavorável ao desenvolvimento da empresa.

Segundo Smith e McCardle (1998), esta análise deve estar de acordo com os seguintes pressupostos:

- O mercado tem que ser livre de arbítrio, ou seja, o investidor não pode obter rendimentos sem investir capital e incorrer riscos.
- O mercado tem que ser “parcialmente completo”, o que significa que as incertezas no modelo podem ser categorizadas como públicas ou privadas.
- O mercado tem que ser eficiente na medida em que tendo em conta os preços atuais dos ativos, o tomador da decisão considera que os preços futuros são independentes da informação privada que detém no momento.

O risco público deve ser determinado através de árvores binomiais, que são construídas utilizando dois ativos negociáveis: um ativo sem risco e um ativo réplica. Este último será um portfólio de empresas cotadas, que oferecem um serviço semelhante a empresa em questão.

O principal objetivo na construção desse portfólio é maximizar o índice de Sharpe, para que assim seja possível iniciar o processo de construção da árvore binomial. O índice de Sharpe, criado por William Sharpe (Nobel de Economia em 1990), é um indicador financeiro que avalia o retorno excedente de uma aplicação financeira em relação a outra aplicação livre de risco sobre risco da aplicação financeira. Para isso, utilizam-se as equações abaixo.

$$Max_{w_i} SR = \frac{E(R_p) - R_f}{\sigma_p}, \quad (13)$$

Sujeito a,

$$\sum w_i = 1 \quad (14)$$

Onde,  $R_p$  corresponde ao retorno do portfólio,  $\sigma_p$  ao desvio padrão do portfólio,  $R_f$  à taxa da aplicação livre de risco, neste trabalho utiliza-se a taxa de CDI, e  $W_i$  ao peso de cada empresa no portfólio.

Definida a representação de cada empresa na carteira ou portfólio, é possível calcular o preço dele em um dia específico, sendo esta uma variável base para a continuidade da análise do risco público.

Uma vez que de acordo com o modelo de árvores binomiais, se o preço de um investimento for conhecido no início de um período, o preço do início do período seguinte, é uma de duas possibilidades, definidas como múltiplos do preço no período anterior: um múltiplo para movimentos ascendentes e um múltiplo para um movimento descendente (BRÁS, 2015).

A forma geral da árvore segue abaixo.

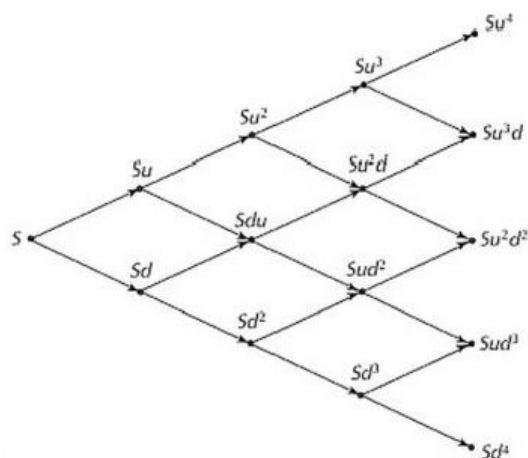


Figura 3 - Árvore binomial com 4 momentos

Fonte: Luenberger (1998)

Utiliza-se ainda as seguintes fórmulas:

$$v_p = E\left(\ln\left(\frac{S_t}{S_0}\right)\right), \quad (15)$$

Onde  $V_p$  representa a taxa de crescimento do portfólio.

$$\sigma_p^2 = \text{var}\left(\ln\left(\frac{S_t}{S_0}\right)\right), \quad (16)$$

Onde  $\sigma_p$  corresponde ao desvio padrão do portfólio. Além disso, os valores dos movimentos são dados por:

$$u = e^{\sigma_p \sqrt{t/n}}, \quad (16)$$

$$d = \frac{1}{u} \quad (17)$$

$$p = \frac{e^{\vartheta p^* t} - d}{u - d} \quad (18)$$

Onde  $n$  corresponde ao número de passos da árvore,  $t$  corresponde ao horizonte temporal da projeção de fluxo de caixa,  $u$  corresponde ao movimento ascendente,  $d$  ao movimento descendente e  $p$  às probabilidades de cada um desses movimentos e, por consequência, dos estados de mercado.

Com o cálculo das probabilidades dos estados de mercado, passa-se para a última etapa do Método Integrado de Avaliação por Opções.

### **Árvores de Decisão**

A árvore de decisão é última etapa do método desenvolvido por Smith e Nau (1995) e Smith e McCardle (1998) e tem como objetivo chegar ao resultado final de cada alternativa. Como esta se trata de um modelo matemático, sua construção envolve diversos procedimentos. Segundo Damodaran (2010), os procedimentos são os seguintes:

- Etapa 1 - dividir as fases de risco a que serão expostos no futuro. Neste caso, será separado em público e privado.
- Etapa 2 - estimar as probabilidades dos resultados em cada fase. É importante ressaltar que os resultados de fases anteriores podem influenciar essas probabilidades.
- Etapa 3 – definir os nódulos de decisão, nos quais começam a ser definidos, com base nos resultados anteriores, as expectativas do que ocorrerá no futuro.
- Etapa 4 – estimar os fluxos de caixa/valores nos nódulos finais, com um horizonte temporal específico.
- Etapa 5 – *rolling back*, ou seja, os valores esperados são determinados enquanto probabilidade da média ponderada de todos os resultados até obtermos o valor do investimento hoje.

É importante ressaltar que a taxa de desconto utilizada no método integrado é a taxa de um ativo livre de risco, visto que as preferências do investidor, definidas pela função utilidade, já se encontram refletidas no cálculo do equivalente certo (SMITH; NAU, 1995).

A definição dos valores do parâmetro  $p(t)$  da função utilidade serão variáveis, para que assim, seja possível concluir o impacto das várias atitudes ao risco sobre o resultado final.



## CAPÍTULO 4: ESTUDO DE CASO: Ligo

### Contextualização da empresa Ligo

A *startup* alvo desta pesquisa trata-se da Ligo, que nasceu a partir da colaboração entre estudantes universitários inquietos em relação às burocracias e ineficiências dos diversos serviços e processos do mercado financeiro tradicional.

Resumidamente, a Ligo é uma *fintech*, ou seja, uma *startup* de tecnologia que atua com serviços financeiros, especificamente, o serviço de empréstimo pessoal através de processos mais acessíveis, simplificados e inovadores.

Tradicionalmente, o setor de empréstimos está bastante ligado ao setor bancário, onde os bancos captam dinheiro de investidores através da poupança, CDB e outros títulos de investimento, com taxas que variam aproximadamente de 6,5% a 13% ao ano. Enquanto que por outro lado, emprestam este dinheiro para tomadores de empréstimo, que podem ser pessoas físicas ou jurídicas, cobrando taxas médias de 30% a 70% ao ano.

Essa diferença entre a taxa de captação e a taxa de empréstimo é conhecida como *spread* bancário, que no Brasil é o segundo maior do mundo, segundo o mapa mundi do *spread* bancário elaborado pelo Banco Mundial em 2016.

Nesse contexto, surgiu o *peer-to-peer lending* (P2P) como alternativa para que investidores e tomadores de empréstimos não dependam das instituições financeiras. Logo, plataformas de P2P são *sites* ou *fintechs* que conectam pessoas (ou empresas) que estão buscando empréstimos a taxas de juros mais acessíveis com investidores buscando retornos acima da média.

A primeira empresa P2P nasceu em 2005 na Grã-Bretanha com o nome Zopa. Logo depois, em 2006, surgiram as norte-americanas Prosper e Lending Club. Apesar de relativamente novas no mercado, as empresas baseadas no P2P já provocaram ruído, como por exemplo no IPO da Lending Club, no qual esta captou mais de U\$ 8.9 bilhões.

No Brasil, o mercado de *fintechs* P2P *lending* ainda está começando. Atualmente, existem apenas seis empresas com esse tipo de modelo de negócios, de acordo com o *site* Conexão *Fintech*, como se pode observar na tabela 8.

Tabela 8 - Exemplos de *Fintechs* P2P

<i>Fintech</i>	Tomadores de Empréstimo
BIVA	Pequenas e Médias Empresas (PMEs)
IOUU.	Pequenas e Médias Empresas (PMEs) e Nano Empreendedores de Baixa Renda
NEXOOS	Pequenas e Médias Empresas (PMEs)
MUTUAL	Pequenas e Médias Empresas (PMEs)
MEEMPRESTA	Pessoas Físicas
KAVOD LENDING	Pequenas e Médias Empresas (PMEs)
TUTU DIGITAL	Pequenas e Médias Empresas (PMEs)

Fonte: Elaboração própria do autor

Observa-se que a maioria das empresas brasileiras deste mercado estão focadas no empréstimo para PMEs e não para pessoas físicas, sendo este o *gap* de mercado que a Ligo busca consolidar sua base de clientes.

Portanto, a Ligo é um *fintech* de empréstimo entre pessoas físicas cujo modelo de negócios baseia-se no *peer-to-peer lending*. Desta forma, para conseguir a aprovação de um empréstimo, o usuário da plataforma deve seguir os seguintes passos:

1. Preenchimento de informações pessoais e o valor do empréstimo pelo usuário.
2. Aprovação ou negação da solicitação pela plataforma.
3. Caso aprovada, a solicitação é publicada na plataforma.

4. Os investidores cadastrados acessam a plataforma e escolhem quais solicitações são mais atrativas para investimento.
5. A solicitação de empréstimo permanece aberta na plataforma até que receba um número suficiente de investidores para completar 100% do valor solicitado.
6. Nos meses subsequentes, o tomador de empréstimo deve realizar os pagamentos de acordo com a taxa de juros e prazos acordados.

Como toda empresa que atua na área de investimentos, existem alguns riscos atrelados ao *modus operandi* da Ligo, como por exemplo o risco de inadimplência. No entanto, através de uma análise de crédito minuciosa de seus usuários com o auxílio da inteligência artificial e *data analytics*, tais riscos são mitigados, de forma que as vantagens, entre elas: serviço 100% online, simplificado, taxas acessíveis e rendimento elevados, superam facilmente estas desvantagens.

Dado esse contexto, o trabalho em questão busca analisar qual a melhor alternativa de investimento na Ligo sob a perspectiva de um investidor. Por se tratar de uma empresa na fase de P&D, a Ligo necessita de um investimento inicial para que possa realizar os testes necessários do seu algoritmo e servidores e assim completar o seu desenvolvimento do produto.

O investimento na Ligo pode ser feito de forma imediata ou em duas fases distintas. A primeira fase de investimentos é realizada previamente aos testes do algoritmo e servidores, que demoram cerca de 1 ano. Com isso, para elaborar os testes necessários nessa fase de desenvolvimento de produto, a empresa necessita de um investimento de R\$ 136 Mil. Contudo, o investimento total necessário para empresa levada em consideração um horizonte temporal de 5 anos é apresentado na tabela 9.

Tabela 9 - Investimento total necessário no horizonte temporal de 5 anos

	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
	(R\$ Milhares)	(R\$ Milhares)	(R\$ Milhares)	(R\$ Milhares)	(R\$ Milhares)
Investimento	136,00	30,00	100,00	15,00	0,00
Total					

Fonte: Elaboração própria do autor

Portanto, o investidor nesse contexto possui três alternativas para sua tomada de decisão: investir o valor total para a conclusão do desenvolvimento de produto; investir na opção, ou seja, investir na primeira fase e aguardar os testes para decidir se continua ou não com o investimento e; por último, não investir na empresa.

No próximo capítulo, são descritas todas as etapas do método integrado de avaliação por opções para que seja possível identificar qual a melhor alternativa de investimento para o investidor dado o seu nível de aptidão ao risco.

## CAPÍTULO 5: ANÁLISES E RESULTADOS

Conforme explicitado nos capítulos anteriores, a aplicação do método integrado de avaliação por opções envolve a separação da análise em três momentos. No primeiro momento, analisa-se o risco privado através da estimativa do fluxo de caixa da empresa e posteriormente substituídos por equivalentes certos.

Em seguida, analisa-se o risco público que avalia a probabilidade do mercado ser favorável ou não ao serviço/produto disponibilizado pela empresa Ligo.

Por último, monta-se a árvore de decisão, e assim, através do *backwards induction*, chega-se ao resultado final da análise, ou seja, a melhor alternativa de investimento.

### Análise dos Riscos Privados

Neste trabalho, o risco privado está relacionado com a possibilidade do algoritmo e servidores não funcionarem após o período de 1 ano de testes e, com isso, o projeto da empresa ser abandonado. De acordo com os desenvolvedores e especialistas da empresa, a probabilidade de os testes serem negativos é de 25%, sendo estas as probabilidades utilizadas nas próximas etapas.

O segundo risco privado está relacionado a quota de mercado da empresa, e com isso, consequentemente, com o FCF durante o horizonte temporal de 5 anos em análise.

Conforme citado no Referencial Teórico, a projeção de fluxos de caixa da empresa envolve a estimação, em um horizonte temporal definido pela análise, no caso em questão, 5 anos, das variáveis abaixo:

- Receita;
- Tributos;
- Custos e despesas.

Após a definição das projeções de FCF, transforma-se estas projeções em equivalentes certos, incluindo assim a “crença e tolerância” do investidor ao risco, tornando o mercado completo, prosseguindo então com a análise dos riscos.

## Receita

A projeção do módulo de receita do fluxo de caixa, caso da empresa Ligo, envolve três variáveis principais: a demanda média, a taxa de crescimento da demanda e taxas de empréstimo cobrada pela empresa. Através dessas variáveis é possível calcular a receita bruta da empresa.

Para o cálculo da demanda, primeiramente, foi necessário entender qual o valor do mercado de créditos concedidos no Brasil e, como esse mercado cresce ano a ano.

O mercado de créditos para pessoa física brasileiro concedeu, em 2017, R\$ 1,874 trilhões, sendo *startups* do setor P2P de empréstimos brasileiros que estão no mercado há mais tempo, responsáveis por um *market share* médio de aproximadamente 0,002% do mercado total.

Contudo, o mercado de créditos para PF sofre influências de diversos fatores macroeconômicos, como por exemplo: PIB Brasil, taxa de desemprego, preço do dólar, IPCA, INPC, Selic, entre outros. Dessa forma, para estimar a variação desse mercado ao longo dos anos, calculou-se a correlação de cada uma dessas variáveis macroeconômicas com o mercado de créditos concedidos para PF no Brasil, durante os anos de 2013 a 2017. Os resultados encontram-se na tabela 10.

Tabela 10 - Coeficientes de correlação de fatores macroeconômicos

	Dólar	PIB Brasil	IPCA	INPC	Selic
Concessão Créditos PF	-0,5	0,9	-0,2	-0,3	-0,3

Fonte: Elaboração própria do autor

Percebe-se através dos resultados encontrados, que o PIB é o fator que possui o maior coeficiente de correlação com variação do mercado de créditos para PF. Logo, tendo isso em vista, aplicou-se uma regressão linear entre as duas variáveis em questão, sendo a variação do mercado de créditos para PF, a variável dependente, e a variação do PIB do Brasil, como variável independente.

Feito isso, chegou-se a seguinte equação da reta:

$$y = 2,3349x - 0,0947 \quad (19)$$

A partir de projeções do PIB do Brasil, feitas pelo Itaú BBA e Bradesco e da equação 19, projeta-se a taxa de crescimento da concessão de créditos para PF no Brasil para um horizonte temporal de 5 anos em dois cenários: mercado favorável e desfavorável, conforme tabelas 11 e 12.

Tabela 11 - Projeção taxas de crescimento em mercado favorável

	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
PIB Brasil	6,8%	8,1%	8,4%	8,1%	8,1%
Crescimento Créditos PF	6,4%	9,4%	10,0%	9,4%	9,4%

Fonte: Elaboração própria do autor

Tabela 12 - Projeção taxas de crescimento em mercado desfavorável

	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
PIB Brasil	4,8%	6,7%	7,4%	6,7%	5,6%
Crescimento Créditos PF	1,7%	6,1%	7,9%	6,2%	3,7%

Fonte: Elaboração própria do autor

Como a Ligo é uma empresa nova no mercado de créditos brasileiro, assume-se que esta não começará sua operação com o mesmo *market share* de empresas já estabelecidas, como por exemplo Biva e Nexooos.

Levando em consideração ainda, o fato de que o risco privado relaciona-se com a capacidade da empresa oferecer um serviço diferenciado no mercado e, além disso, a dificuldade em medir essa capacidade através de ativos negociáveis no mercado, estimou-se, através de probabilidades e cenários determinados pelas próprias previsões dos gestores da empresa e especialistas deste tipo de mercado, a variação do *market share* da Ligo ao longo dos anos, tendo como base o *market share* de empresas semelhantes com mais tempo de mercado.

Os cenários e probabilidades estimados são apresentados na tabela 13.

Tabela 13 - Evolução do crescimento percentual de *market share*

	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Melhor Cenário	5%	15%	37%	73%	102%
Cenário Médio	3%	8%	18%	36%	60%
Pior Cenário	1%	4%	13%	25%	40%

Fonte: Elaboração própria do autor

A justificação destes cenários está diretamente relacionada com as características próprias da empresa. A primeira tabela denominada melhor cenário, trata-se do cenário que a empresa apresenta elevado crescimento na sua participação do mercado, desse modo, em apenas 5 anos, a empresa já possuiria um *market share* maior que o de empresas estabelecidas no mercado.

No cenário médio, a empresa alcançaria 60% do *market share* médio e, no pior cenário, apenas 40%. Ambas inferiores ao *market share* da concorrência.

Além disso, foram atribuídas probabilidades aos três cenários, tendo em vista a favorabilidade do mercado, conforme as tabelas 14 e 15 apresentam.



Tabela 14 - Probabilidade de cada cenário em mercado favorável

	Melhor Cenário	Cenário Médio	Pior Cenário
Probabilidade	25%	60%	15%

Fonte: Elaboração própria do autor

Tabela 15 - Probabilidade de cada cenário em mercado desfavorável

	Melhor Cenário	Cenário Médio	Pior Cenário
Probabilidade	5%	70%	25%

Fonte: Elaboração própria do autor

A partir dos dados do mercado de crédito para PF nacional, do seu crescimento ao longo dos anos e do *market share* estimado para a empresa, é possível então calcular a demanda média de concessão de créditos da *startup* e seu desvio padrão.

Tabela 16 - Evolução da concessão de créditos média e desvio padrão em mercado favorável

	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Concessão Créditos PF P2P (R\$ Milhões)	0,97	3,04	8,03	17,42	29,51
Desvio Padrão (R\$ Milhões)	0,50	1,51	3,78	8,21	11,30

Fonte: Elaboração própria do autor

Tabela 17 - Evolução da concessão de créditos média e desvio padrão em mercado desfavorável

	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Concessão Créditos PF P2P (R\$ Milhões)	0,75	2,26	5,88	12,38	20,87
Desvio Padrão (R\$ Milhões)	0,49	1,49	3,81	7,99	10,16

Fonte: Elaboração própria do autor

Por último, averigou-se a taxa de empréstimo cobrada pela empresa a partir de entrevista com os gestores. Estes afirmaram que a taxa de empréstimo cobrada pela empresa seria a média dos seus principais concorrentes.

Tabela 18 - Taxas de empréstimos de *fintechs* P2P

	Taxa Mínima	Taxa Máxima	Periodicidade
KAVOD LENDING	23,9%	125,2%	Ao Ano
BIVA	28,3%	120,2%	Ao Ano
IOUU.	16,8%	138,2%	Ao Ano
NEXOOS	26,8%	52,9%	Ao Ano
TUTU DIGITAL	26,8%	52,9%	Ao Ano

Fonte: Elaboração própria do autor

Logo, a taxa de empréstimo da Ligo está dentro de um intervalo, sendo a taxa mínima igual a 24,5% ao ano e, a taxa máxima igual a 94,5% ao ano.

Com todas essas informações, calcula-se a receita bruta ou faturamento da empresa Ligo durante o horizonte temporal de 5 anos através da seguinte fórmula:

$$Receita = Demanda * Taxa de Empréstimo \quad (20)$$

## Impostos

Por se tratar de uma empresa recém-criada, a Ligo se enquadra no regime de tributação do Simples Nacional, que é um regime tributário simplificado, no qual há a unificação do recolhimento de todos os impostos federais, estaduais e municipais em uma única guia, o DAS (Documento de Arrecadação do Simples Nacional). Este é calculado através da fórmula abaixo.

$$DAS = ((RBT12 * Alíquota) - Valor a Deduzir) \div RBT12 \quad (21)$$

Os valores de alíquota e a serem deduzidos são definidos a partir de tabelas de acordo com o setor da empresa. Como a Ligo é uma empresa do setor financeiro e de tecnologia, ela está enquadrada no anexo V da Lei Complementar Federal nº 123 de 2006. A tabela 19 apresenta esses parâmetros.

Tabela 19 - Tabela do Simples Nacional

Receita Bruta em 12 Meses	Alíquota	Valor a Deduzir
Até R\$ 180.000,00	15,5%	R\$ 0,00
De R\$ 180.000,01 a R\$ 360.000,00	18,0%	R\$ 4.500,00
De R\$ 360.000,01 a R\$ 720.000,00	19,5%	R\$ 9.900,00
De R\$ 720.000,01 a R\$ 1.800.000,00	20,5%	R\$ 17.100,00
De R\$ 1.800.000,01 a R\$ 3.600.000,00	23,0%	R\$ 62.100,00
De R\$ 3.600.000,01 a R\$ 4.800.000,00	30,5%	R\$ 540.000,00

Fonte: Anexo V da Lei Complementar Federal nº 123 de 2006

É importante ressaltar que no Simples Nacional, a alíquota incidente varia de acordo com o faturamento bruto da empresa, que pode ser de até R\$ 4,8 milhões ao ano. Contudo, neste trabalho, para efeito de simplificação, assumiu-se que nos anos que o faturamento bruto da empresa for superior a R\$ 4,8 milhões, utiliza-se a alíquota de 30,5%, ou seja, a alíquota máxima do Simples Nacional, para calcular o valor da tributação, sem levar em consideração o valor a deduzir.

## Custos e Despesas

Os custos e despesas envolvidos na *startup* possuem um crescimento elevado ao longo dos anos devido ao alto crescimento de empresas desse tipo nos primeiros anos de funcionamento.

Para a empresa em questão, destacam-se dois tipos principais de custos: aqueles que estão diretamente relacionados com o valor de créditos concedidos e; aqueles que envolvem a operação da empresa, como por exemplo, custos com pessoal.

Como a Ligo é uma *startup* baseada no P2P, parte significativa da sua receita bruta retorna aos investidores da plataforma. Logo, um dos custos mais relevantes envolve o produto da taxa dos investidores com o valor de créditos concedidos. A empresa trabalha com um intervalo de taxas de retornos aos investidores, sendo a taxa mínima igual a 16,5% ao ano e, a taxa máxima igual 45,2% ao ano.

Outro custo que envolve o crédito concedido, envolve a contratação do serviço de seguradora de crédito. Este é um serviço que busca a mitigação do risco da operação da empresa.

A seguradora de crédito é uma empresa que garante indenização à empresa segurada, a Ligo, que não receber os créditos concedidos a seus clientes. Esse tipo de serviço é vital para empresas que trabalham no setor de empréstimos e, normalmente, são cobrados a partir de uma taxa sobre o crédito concedido. No caso da Ligo, esta taxa cobrada pela seguradora contratada varia de 1,5% a 2,0%.

Em relação aos custos e despesas que envolvem a operação da empresa, durante o primeiro ano de funcionamento, estima-se que estes cheguem ao patamar de R\$ 90 mil reais, sendo eles divididos em três principais classes: custos com pessoal; processamento de dados e; fornecimento e serviços relacionados.

A probabilidade de cada uma dessas classes de custos e despesas e a taxa de crescimento destas durante o horizonte temporal de 5 anos e em relação aos dois cenários-base analisados estão apresentadas nas tabelas 20, 21, 22, 23, 24 e 25.

Tabela 20 - Taxa de crescimento dos custos com pessoal em mercado favorável

	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Taxa de crescimento	-	50%	20%	3,5%	3,5%
Probabilidade	30%				

Fonte: Elaboração própria do autor

Tabela 21 - Taxa de crescimento dos custos com processamento de dados em mercado favorável

	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Taxa de crescimento	-	100%	30%	20%	5%
Probabilidade	60%				

Fonte: Elaboração própria do autor

Tabela 22 - Taxa de crescimento dos custos com fornecimento e serviços relacionados em mercado favorável

	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Taxa de crescimento	-	12%	8,5%	3,5%	3,5%
Probabilidade	10%				

Fonte: Elaboração própria do autor

Tabela 23 - Taxa de crescimento dos custos com pessoal em mercado desfavorável

	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Taxa de crescimento	-	50%	12%	3,5%	3,5%
Probabilidade	45%				

Fonte: Elaboração própria do autor

Tabela 24 - Taxa de crescimento dos custos com processamento de dados em mercado desfavorável

	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Taxa de crescimento	-	70%	18%	10%	5%
Probabilidade	45%				

Fonte: Elaboração própria do autor

Tabela 25 - Taxa de crescimento dos custos com fornecimento e serviços relacionados em mercado desfavorável

	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Taxa de crescimento	-	10%	7,2%	3,5%	3,5%
Probabilidade	10%				

Fonte: Elaboração própria do autor

No cenário de mercado favorável, acredita-se que a empresa concedirá um valor maior de créditos ao longo dos anos, logo, a maior parte dos seus custos e despesas da operação estará no processamento de dados, aproximadamente 60%, e, conseqüentemente, a taxa de crescimento destes custos e despesas será mais relevante.

Enquanto isso, no mercado desfavorável, os custos com pessoal e processamento de dados encontram-se no mesmo patamar no primeiro ano. No entanto, como nesse cenário o *market share* da Ligo é menor, logo, a evolução dos seus custos e despesas até a maturidade também será menor.

## Resultados da Simulação e Valores dos Equivalentes Certos

Uma vez com as premissas definidas de todos módulos anteriores, o FCF foi obtido através de simulações de Monte Carlo. Foram realizadas 10.000 simulações e foram extraídos o valor de 90% dos resultados encontrados para os FCFs e os

extremos com 5% de certezas. Estes valores de FCF para cada ano estão apresentados nas tabelas 26 e 27.

Tabela 26 - Valores do FCF obtidos na simulação com 90% de certeza e para os extremos em mercado favorável (R\$ Milhões)

	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
5%	-0,30	-0,85	-2,05	-4,93	-7,84
90%	0,06	0,27	0,65	1,27	2,24
5%	0,58	1,89	4,01	8,96	14,27

Fonte: Elaboração própria do autor

Tabela 27 - Valores do FCF obtidos na simulação com 90% de certeza e para os extremos em mercado desfavorável (R\$ Milhões)

	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
5%	-0,26	-0,68	-1,69	-3,71	-5,98
90%	0,02	0,18	0,49	0,97	1,59
5%	0,51	1,63	3,40	7,31	10,99

Fonte: Elaboração própria do autor

Após isso, calcula-se o valor presente líquido da empresa para um horizonte de 5 anos e considerando o tipo de investimento inicial realizado pelo investidor, ou seja, o investimento total ou o investimento na opção. Utiliza-se para esse cálculo, a taxa de desconto de um ativo livre de risco, no caso em questão, a taxa de CDI, que atualmente é igual a 6,40%, e a equação 1.

Em seguida, ocorre a conversão dos valores obtidos de VPL, através de todo o trabalho de estimação e definição de premissas subjetivas, em equivalentes certos, que são calculados por meio da inversa da função utilidade específica do investidor (equação 11). Esta depende da aptidão ao risco do investidor ( $p$ ). Para a análise de

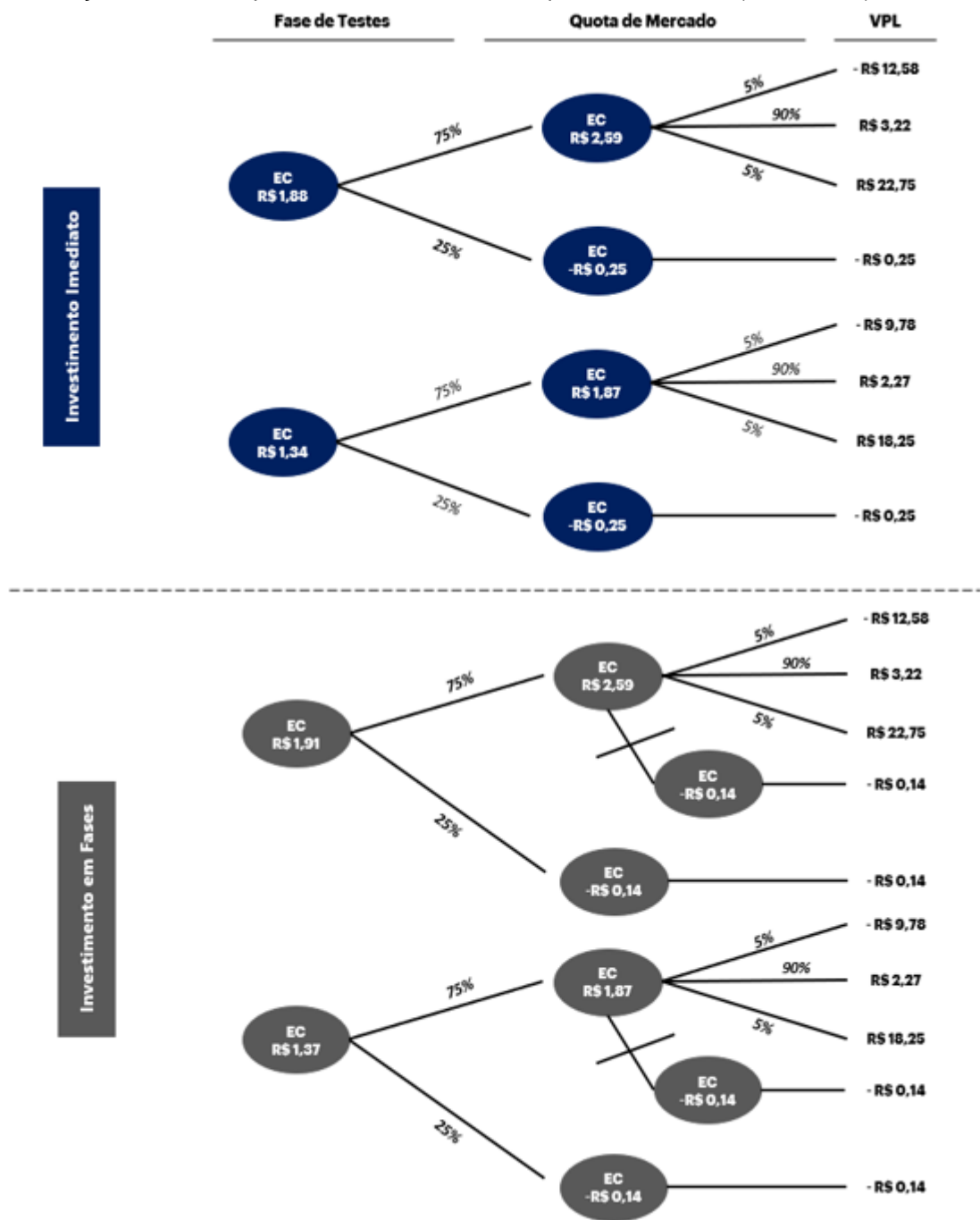
risco deste trabalho, é um utilizado um valor de  $p$  de 200, que representa um investidor averso ou pouco tolerante ao risco.

A substituição dos valores obtidos pelo VPL pelos seus equivalentes certos faz com que a ineficiência do mercado relativa aos riscos privados seja resolvida de modo a torná-lo completo.

A figura 4 apresenta a avaliação completa dos riscos privados já na forma de árvore de decisão. Os dois primeiros ramos da árvore correspondem a análise caso o investidor tenha optado pelo investimento total na *startup*, enquanto que os dois últimos, avaliam caso o investidor tenha optado por investir na opção, ou seja, R\$ 136 mil, para depois



Figura 4 - Avaliações dos riscos privados e conversão em equivalentes certos (R\$ Milhões)



Fonte: Elaboração própria do autor

Pela figura é possível tirar algumas conclusões acerca dos riscos privados. Primeiramente, adquirir a opção é sempre superior ao valor do investimento total, devido à mitigação de algum risco associado a um resultado negativo durante a fase de testes do algoritmo e servidores. Além disso, conclui-se que, se os testes forem

positivos, a melhor decisão é sempre completar o investimento na segunda fase, independentemente da favorabilidade do mercado.

### **Análise do Risco Público**

O risco público avaliado neste trabalho envolve as probabilidades das condições macroeconômicas estarem favoráveis ou não ao serviço/produto oferecido pela empresa Ligo.

Para essa análise, assume-se que é possível replicar esse risco de mercado através de árvores binomiais e assim calcular a probabilidade relacionada a favorabilidade do mercado.

### **Construção do Portfólio Réplica**

Um portfólio réplica é um conjunto de empresas que possuem ações na bolsa, no caso em questão, na BM&FBovespa, com características semelhantes à Ligo. O portfólio criado para análise é composto pelas seguintes empresas: Itaú, Bradesco, Santander e Banco do Brasil. As quatro empresas correspondem aos maiores bancos cotados na BM&FBovespa e principais *players* do mercado de créditos para PF nacional.

Uma vez definidas as empresas do portfólio, extraiu-se os dados das suas cotações de outubro/2013 a outubro/2018 pelo site Yahoo Finanças, para assim, fosse possível calcular o índice de Sharpe da carteira.

Através da ferramenta *Solver* e das equações 13 e 14, maximizou-se a relação retorno e risco, ou seja, o índice de Sharpe da carteira por meio da otimização da participação dessas empresas no portfólio. Os pesos e resultados encontrados pela maximização estão apresentados nas tabelas 28 e 29.

Tabela 28 - Resultados da maximização do índice de Sharpe

Taxa CDI	6,40%
Retorno Portfólio (5 anos)	11,2%
Desvio Padrão Portfólio (5 anos)	15,8%
Índice de Sharpe Portfólio	71,0%

Fonte: Elaboração própria do autor

Tabela 29 - Representação de cada empresa no portfólio com base na maximização do índice de Sharpe

Empresa	Peso
Itaú	91,9%
Bradesco	0,0%
Santander	8,1%
Banco do Brasil	0,0%

Fonte: Elaboração própria do autor

Levando em consideração os pesos atribuídos a cada uma das empresas, o preço inicial da carteira à data de 26/10/2018 é de R\$ 40,23.

Tendo o preço do portfólio, seu retorno e desvio padrão, é possível então construir a árvore binomial resultante da carteira, para que assim seja calculado as probabilidades do estado de mercado.

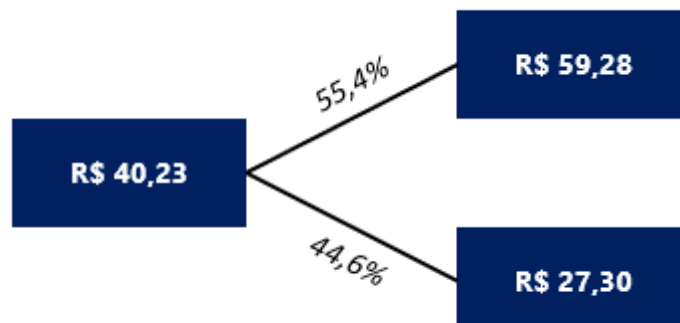
Tabela 30 - Parâmetros da árvore binomial do portfólio

Número de passos (n)	1
Período (t)	1 ano
Movimento Ascendente (u)	1,47
Movimento Descendente (d)	0,68
Probabilidade Mercado Favorável	55,4%
Probabilidade Mercado Desfavorável	44,6%

Fonte: Elaboração própria do autor

Logo, a árvore binomial resultante encontra-se na figura 5. Como pode-se concluir, uma ação do portfólio réplica daqui a 1 ano pode valer R\$ 59,28 ou R\$ 27,30.

Figura 5 - Possíveis valores do portfólio em 1 ano



Fonte: Elaboração própria do autor

## Árvore de Decisão

Uma vez analisado os risco privados e públicos, monta-se a árvore de decisão para chegar ao resultado final de qual a alternativa de decisão mais favorável ao investidor. Nela, o risco público é analisado em primeiro lugar e depois são analisados os dois riscos privados sequencialmente.

Primeiramente, existe um momento de decisão, no qual o investidor deve se decidir se vai investir imediatamente todo o valor necessário para a conclusão do desenvolvimento da empresa ou em duas fases, ou seja, um investimento inicial no valor de R\$ 136 mil, aproximadamente 48% do valor de investimento total. Esse momento é considerado o momento zero e ocorre antes dos testes do algoritmo e servidores. Além disso, existe uma terceira opção que seria não investir na empresa.

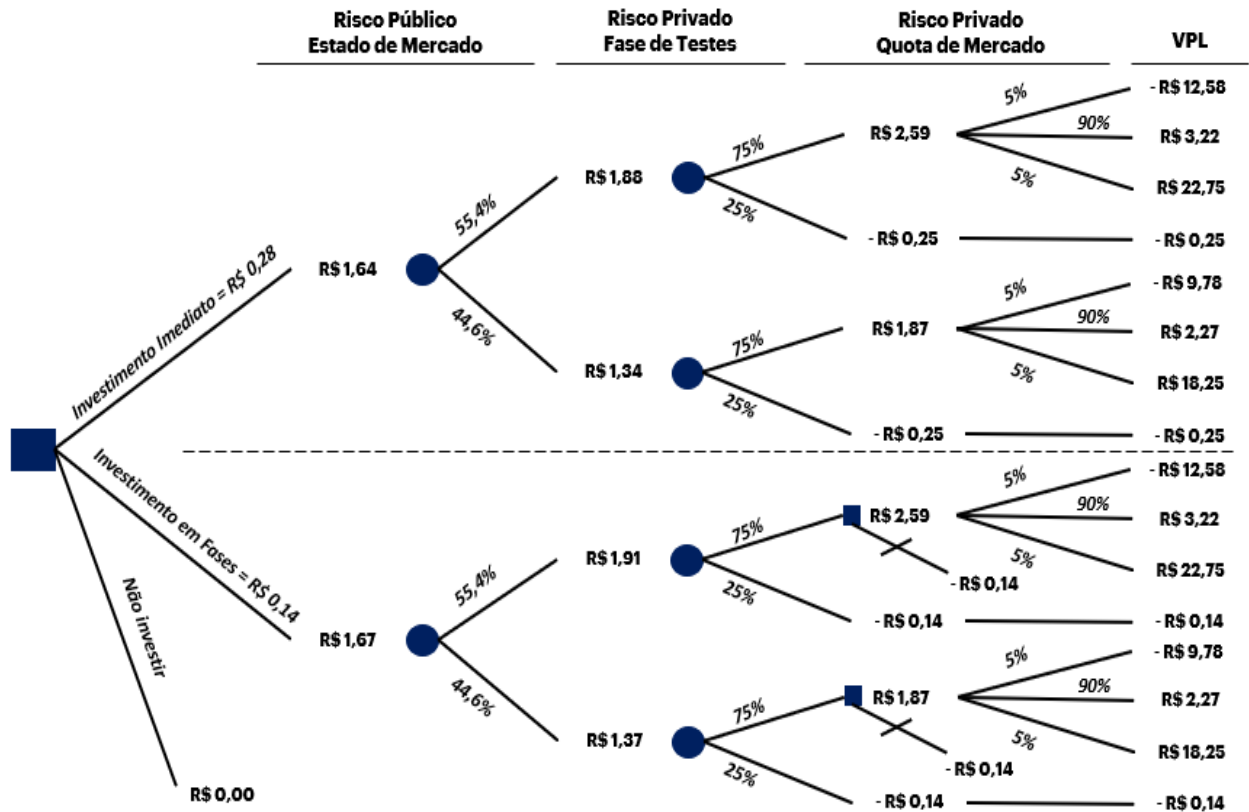
O segundo momento de decisão ocorre após a conclusão dos testes (1 ano depois). Nessa etapa, o investidor deve decidir se reforça o capital na empresa ou abandona o investimento, resultando em uma perda de R\$ 136 mil. Conforme explicitado na análise de riscos privados, caso os resultados dos testes forem positivos, a melhor alternativa para o investidor é sempre reforçar o restante do capital necessário pela empresa independente da favorabilidade do mercado.

A árvore de decisão elaborada neste trabalho está apresentada na figura 6. Nos últimos nós, estão representados os valores presentes líquidos da empresa, que foram definidos através de estimativas e probabilidades subjetivas a partir de entrevistas e observações com especialistas do setor e os gestores da empresa. No momento de avaliação do primeiro risco privado, estes valores são convertidos para equivalentes certos por meio da introdução das crenças e preferências ao risco do investidor (equação 11), sendo assim o mercado incompleto transforma-se em um mercado completo.

Uma vez com os equivalentes certos calculados, os valores dos nós seguintes são calculados tendo em vista as probabilidades de cada um dos ramos e, com isso, designam-se equivalentes certos esperados.

Com a conclusão do processo de *backwards induction*, a avaliação da árvore de decisão está completa e os valores da empresa obtidos encontram-se nos primeiros ramos da árvore.

Figura 6 - Árvore de decisão completa separada por tipo de risco (R\$ Milhões)



Fonte: Elaboração própria do autor

Como resultados finais, percebe-se que ambas as estratégias de investimento, apresentam um valor atual líquido positivo. Desta forma, a alternativa de não investir na empresa não é atrativa.

A segunda conclusão é que o valor da empresa para alternativa do investimento na opção (R\$ 1,67 milhão) é superior ao investimento total (R\$ 1,64 milhão), visto que ao investir na opção, o investidor mitiga seus riscos, ao contrário da alternativa de investimento completo logo na primeira fase de financiamento.

Portanto, a opção de investimento fracionado é a melhor alternativa de decisão do investidor dado o seu perfil averso ao risco.

## **Análise de Sensibilidade do Parâmetro de Tolerância ao Risco**

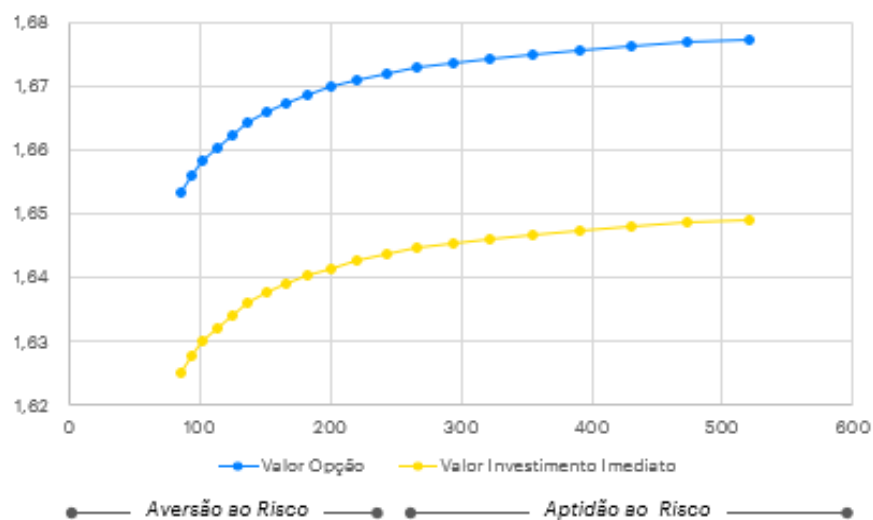
No método integrado de avaliação por opções aplicado neste trabalho, assumiu-se que as crenças e preferências ao risco do investidor se manteriam constante com o valor de 200, ou seja, pouco tolerante ao risco.

Contudo, foi realizada ainda uma análise de sensibilidade, buscando ampliar a pesquisa em questão para que fosse possível analisar como a variação do parâmetro de tolerância ao risco do investidor (parâmetro  $\rho$ ) impacta no valor final das alternativas de decisão.

A figura 7 é o resultado dessa análise. Ao analisá-lo, pode-se afirmar que em todos os espectros de tolerância ao risco, ou seja, aversos, neutros ou tolerantes ao risco, o valor da opção é superior ao valor do investimento imediato. Tais resultados são explicados em parte por causa da diferença entre o valor da opção do investimento imediato, no caso, a opção representa apenas 48% do investimento total imediato.

Nota-se ainda que o valor das alternativas aumenta a medida que o parâmetro  $\rho$  passa de uma situação aversa ao risco para um patamar de aptidão ao risco. Entretanto, a partir de certo momento, os valores das alternativas se mantêm constantes.

Figura 7 - Valor da empresa para ambas as estratégias e para diferentes valores de  $\rho$



Fonte: Elaboração própria do autor



## CONCLUSÃO

As empresas do tipo *startups*, ao longo dos últimos anos, têm se tornado uma alternativa relevante de investimento para investidores autônomos, os chamados investidores anjos, conforme pesquisas recentes da ABVCAP. Do outro lado, as *startups* buscam esse tipo de financiamento devido a dificuldade na obtenção de empréstimos no mercado financeiro tradicional, já que estas empresas envolvem um alto risco de negócio.

Aliado a isso, por se tratarem de empresas muitas vezes recém-criadas, a baixa disponibilidade de dados históricos, assim como de mercado, já que muitas *startups* participam de mercados altamente inovadores, dificultam bastante a tomada de decisão dos investidores acerca de qual a melhor alternativa de investimento.

É neste contexto que o trabalho em questão se insere, ou seja, como um estudo de caso sobre como identificar a melhor alternativa de investimento para um investidor anjo com base na análise financeira, uma vez que o retorno financeiro é a principal razão na tomada de decisão de um investidor anjo (HENDON *et al.*, 2012).

Essa análise financeira é guiada por métodos de avaliação de empresas, que buscam estimar o valor de uma empresa. Contudo, a junção da alta subjetividade envolvida nesse processo com a elevada inovação, que permeiam a realidade das *startups*, faz com que seja extremamente difícil determinar qual o método de avaliação apropriado a utilizar nesse tipo de empresa (AMRAM; KUTILAKA, 1999).

Desta forma, este trabalho avaliou dois dos principais métodos de avaliação para identificar o mais adequado, levando em consideração a empresa alvo do estudo de caso. Primeiramente, foi avaliado o método do Fluxo de Caixa Descontado (FCD), que é considerado o mais utilizado na prática de avaliação de empresas (JENNERGEN, 2008; JIMENEZ; PASCUAL, 2008).

No entanto, a aplicação do FCD é limitada quando se trata da avaliação de empresas com um elevado patamar de inovação, caso da empresa alvo deste estudo. Isso se deve ao fato deste método não reconhecer as flexibilidades administrativas dos gestores nas empresas, especialmente em situações de incertezas, o que pode contribuir para distorções graves nos resultados obtido no modelo.

É por causa dessa realidade que o outro método analisado, da avaliação por opções reais, apresentou vantagens em relação ao FCD. Os métodos de avaliação por opções reais são capazes de captar e quantificar essas flexibilidades ou opções que surgem durante o ciclo de vida de uma empresa ou projeto, especialmente empresas que estão na sua fase inicial de operação, ou seja, que não possuem dados históricos disponíveis para análise (KELLOG; CHARNES;DEMIRER, 1999).

Entretanto, existem diversos métodos de avaliação por opções reais. O método selecionado para aplicação nesta pesquisa, foi desenvolvido por Smith e Nau (1995) e por Smith e McCardle (1998) e, denomina-se Método Integrado de Avaliação por Opções. Entre suas vantagens, está o fato de analisar separadamente os riscos de uma empresa, em riscos públicos e privados, além de integrar árvore de decisão à análise e incluir as crenças e preferências do investidor na apuração do valor da empresa.

Uma vez com o método definido, aplicou-se este em uma situação prática de um possível investidor da empresa Ligo. A empresa é uma *startup* do setor de empréstimos para pessoas físicas, que opera por meio do modelo P2P, e necessita de investimento para concluir o desenvolvimento da sua plataforma e, conseqüentemente, seu serviço.

O investidor interessado na empresa, possuía duas alternativas: investir o valor total de maneira imediata, ou investir através de fases, sendo a primeira antes dos testes de algoritmo e servidores.

Através da aplicação da metodologia específica, identificou-se qual a melhor alternativa de investimento dado o perfil de tolerância ao risco do investidor, que foi o investimento fracionado em fases. Além de outras conclusões, como por exemplo, o fato das duas opções de investimento serem mais favoráveis financeiramente do que não investir na empresa e, caso os resultados dos testes forem positivos, a melhor opção sempre será investir o valor restante independentemente do estado do mercado.

Por fim, realizou-se uma análise de sensibilidade do parâmetro de tolerância ao risco ( $\rho$ ) do investidor, com o objetivo de verificar se a alternativa do investimento

imediato seria mais favorável financeiramente no caso de investidores mais tolerantes ao risco, o que não foi comprovado pelos resultados encontrados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABStartups. Website. 2016. Disponível em: <<http://revistapegn.globo.com/Startups/noticia/2016/01/numero-de-startupsbrasileiras-cresce-185-em-seis-meses.html>>. Acesso em: 22/06/2018.

ABVCAP. **Consolidação de Dados da Indústria de Private Equity e Venture Capital no Brasil**. 2014. Disponível em: < <http://www.abvcap.com.br/Download/Estudos/3233.pdf> >. Acesso em: 20/06/2018.

ALDRICH, H. E.; FIOLE, C. M. **Fools Rush In? The Institutional Context of Industry Creation**. Academy of Management Journal, 19(4): 645-670, 1994.

AMRAM, M.; KUTILAKA, N. **Real Options**. Harvard Business School Press, 11: 11-31, 1999.

ARRUDA, C.; NOGUEIRA, V.; COZZI, A.; COSTA, Vinícius. **Causas da Mortalidade de Startups Brasileiras – O que fazer para aumentar as chances de sobrevivência no mercado?** Núcleo de Inovação e Empreendedorismo, Fundação Dom Cabral, 2014. Disponível em: <[https://www.fdc.org.br/blogespacodialogo/Documents/2014/causas\\_mortalidade\\_startups\\_brasileiras.pdf](https://www.fdc.org.br/blogespacodialogo/Documents/2014/causas_mortalidade_startups_brasileiras.pdf)>. Acesso em 20/06/2018.

ASSAF NETO, A. **Finanças corporativas e valor**. 3ª ed. São Paulo: Atlas, 2007.

BACHER, J. S.; GUILD, P. D. **Financing early stage technology based companies: investment criteria used by investors**. Frontiers of Entrepreneurship Research Proceedings of the 16th Annual Entrepreneurship Research Conference), Babson College, Wellesley, MA, p. 363–376, 1996.

BEATON, J. N. **Valuing Early Stage And Venture Backed Companies**. Wiley Finance, 2010.

BETTIGNIES, J.-E. DE; BRANDER, J. A. **Financing entrepreneurship: Bank finance versus venture capital**. Journal of Business Venturing, v. 22, n. 6, p. 808–832, nov. 2007.

BICUDO, L. **Avaliação de empresas Startups: Abordagem Tradicional x Opções Reais**. 2016. 40. Tese (Mestrado) – Escola de Pós-Graduação em Economia, Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro, 2016.

BLACK, F.; SCHOLES, M. **The pricing of options and corporate liabilities.** Journal of Political Economy: p. 637-659, 1973.

BOSE, S. THOMAS, K. **Valuation of intellectual capital in knowledge-based firms. The needs for new methods in a changing economic paradigm.** Management Decision, v 45, n.9 p 1484 – 1496, 2007.

BRANDÃO, L. E. T. **Qual o momento certo de investir na empresa?** Management. Rio de Janeiro, 2001. Disponível em: <<http://lynx.iag.puc-rio.br/~brandao/Pesquisa/pesquisa.html>>. Acesso em: 20 junho 2018.

BRANDÃO, L. **Uma aplicação da teoria das Opções Reais em tempo discreto para avaliação de uma concessão rodoviária no Brasil.** 2002. 132. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2002.

BRASIL, H. G. *et al.* **Opções reais: conceitos e aplicações a empresas e negócios.** São Paulo: Saraiva, 2007.

BROUGHMAN, B. J. and FRIED, J. M. **Carrot & Sticks: How VCs Induce Entrepreneurial Teams to Sell Start-ups.** Harvard Law and Economics Discussion Paper, n. 742, 2013.

CARVALHO, A. G.; RIBEIRO, L. L.; FURTADO, C. V. **A indústria de private equity e venture capital: primeiro censo brasileiro.** São Paulo: Saraiva, p.135, 2006.

CARVALHO, A. G.; RIBEIRO, L. L.; FURTADO, C. V. **Tipos de investimento de capital de risco.** In: CRIATEC. Desmistificando o capital de risco. 2009. 36p. Disponível em: <<http://www.fundocriatec.com.br/Recursos/Paginas/Arquivos/cartilhacriatec.pdf>>. Acesso em 20/06/2018.

CHOREV, S.; ANDERSON, A. R. **Success in Israeli high-tech start-ups; Critical factors and process.** Technovation, v. 26, n. 2, p. 162–174, fev. 2006.

COLOMBO, M. G.; DELMASTRO, M. **How effective are technology incubators? Evidence from Italy.** Research Policy, v. 31, p. 1103–1122, 2002.

COPELAND, T.; ANTIKAROV V. **Opções reais: Um novo paradigma para reinventar a avaliação de investimentos.** Rio de Janeiro: Campus, 2001.

COPELAND, T.; KOLLER, T.; MURRIN, J. **Avaliação de empresas - valuation: calculando e gerenciando o valor das empresas**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 3a ed, 2002.

CORDER, S. M. **Financiamento e incentivos ao sistema de ciência, tecnologia e inovação no Brasil: quadro atual e perspectivas**. 2004. 180. Tese (Doutorado) - Programa de pós-graduação em Política Científica e Tecnológica, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas, 2004.

CORDER, S.; SALLES-FILHO, S. **Financiamento e incentivos ao Sistema Nacional de Inovação**. Revista Parcerias Estratégicas, n. 19, dez, 2005.

CUNHA, M. F. **Avaliação de empresas no Brasil pelo Fluxo de Caixa Descontado: evidências empíricas sob o ponto de vista do desempenho econômico-financeiro**. 2011. 170. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Contábeis, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

DA FONSECA RODRIGUES, P. H. *et al.* **Avaliação de empresas start-up por Opções Reais: o caso do setor de biotecnologia**. Revista Gestão de Produção, v. 20, n. 3, p. 511–523, 2013.

DAMODARAN, A. **Avaliação de investimentos: ferramentas e técnicas para a determinação do valor de qualquer ativo**. 5. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2004.

DAMODARAN, A. **Investment Valuation**. John Wiley & Sons, 2012.

DAMODARAN, A. **Valuing Young, Start-Up And Growth Companies: Estimation Issues And Valuation Challenges**. Working Paper Series, New York University, Stern School Of Business, 2009.

DEZEN, F. J. P. **Opções reais aplicadas à escolha de alternativa tecnológica para o desenvolvimento de campos marítimos de petróleo**. 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica)-Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2001.

DIMAGGIO, P. J.; POWELL, W. W. **The Iron Cage Revisited: Institutional Isomorphism And Collective Rationality In Organizational Fields**. American Sociological Review, 48(2): 147-160, 1983.

DIXIT, A.K.; PINDYCK, R.S. **Investment under uncertainty**. Princeton, New Jersey: Princeton University Press, 1995.

ENDLER, L. **Avaliação de empresas pelo método do Fluxo de Caixa Descontado e os desvios causados pela utilização de taxas de descontos inadequadas**. 2004. 13. NECON, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

FAMÁ, R.; SANTIAGO FILHO, J. L. **Avaliação de empresas através de múltiplos uma comparação entre as empresas do Brasil e dos EUA**. In SEMEAD V Anais. São Paulo FEAUSP, 2001.

FESTEL, G.; WUERMSEHER, M.; CATTANEO, G. **Valuation of early stage high-tech start-up companies**. International Journal of Business, v. 18, n. 3, p. 216, 2013.

FRIED, V. H.; HISRICH, R. D. **Toward a Model of Venture Investment Decision Making**. Financial Management, v. 23, n. 3, p. 28–37, 1994.

GALDI, F. C. *et al.* **Análise empírica de modelos de valuation no ambiente brasileiro: fluxo de caixa descontado versus modelo de Ohlson (RIV)**. Revista Contabilidade & Finanças, São Paulo, v. 19, n. 47, p. 31-43, 2008.

GITMAN, L. J. **Princípios de administração financeira**. 10. ed. São Paulo: Person Ed, 2004.

GLOBAL ENTREPRENEURSHIP MONITOR. GEM. **2015/16 global report**. GEM, 5 fev. 2016. Disponível em: <<http://www.gemconsortium.org/report/49480>>. Acesso em: 22/06/2018.

GOMES, D. T.; MUNIZ, R. M.; DIAS, A. T.; GONÇALVES, C. A. **Apresentação de um projeto de estratégia em uma empresa inovadora**. Rev. Adm. UFSM, Santa Maria, v. 5, n. 3, p. 413-438, 2012.

GOMPERS, A. **The rise and fall of venture capital**. Business and Economic History, v. 23, n. 2, p. 1-26, 1994.

HAN, A.; STREBULAIEV, I. **Note on Angel Financing**. Stanford Business School Case, 2012.

HARRISON, E. F. **A process perspective on strategic decision making.** Management Decision, v. 34, n. 1, p. 46–53, 1996.

HARTMANN, M.; HASSAN, A. **Application of real options analysis for pharmaceutical R&D Project valuation – Empirical results from a survey.** Research Policy. v. 35, n. 3, p. 343-354, 2006.

HEALY, P. M.; PALEPU, K. G. **Information asymmetry, corporate disclosure, and the capital markets: A review of the empirical disclosure literature.** Journal of Accounting & Economics, v. 31, p. 405-440, 2001.

HENDON, J. R. *et al.* **State-funded angel investor tax credits: Implementation and perceived effectiveness in a sample of states within the United States.** Journal of Entrepreneurship and Public Policy, v. 1, n. 1, p. 50-62, 2012.

HULL, J. **Options, futures, and other derivatives.** 8th ed ed. Boston: Prentice Hall, 2012.

JENKINS, J.; MANSUR, S. **Bridging the Clean Energy Valleys of Death.** The Breakthrough Institute, 2011.

JIAO, Y. Y.; DU, J.; JIAO, R. **A financial model of flexible manufacturing systems planning under uncertainty: identification, valuation and applications of real options.** Journal of Production Research, vol. 6, n. 45, p. 1389-1404, March, 2007.

JIMENEZ, G. L.; PASCUAL, B. L. **Multicriteria Cash-Flow Modeling And Project Value-Multiples For Two-Stage Project Valuation.** International Journal Of Project Management, 26: 185-194, 2008.

KAPLAN, S. N.; RUBACK, R. S. **The Valuation of Cash Flow Forecasts An Empirical Analysis.** V. 50, p. 1059–1093, 2012.

KELLOGG, D.; CHARNES, J. M.; DEMIRER, R. **Valuation of a Biotechnology Firm: An application of real-options methodologies.** Research paper presented at the 3rd Annual Real Options Conference, The Netherlands, 1999.

KERR, W.; LERNER, J.; SCHOAR, A. **The Consequences of Entrepreneurial Finance: Evidence from Angel Financings.** Review of Financial Studies. Vol. 27 Issue 1, p20-55, 2011.



KLETTE, T. J.; KORTUM, S. **Innovating firms and aggregate innovation**. Journal of Political Economy, Chicago, vol. 112, n. 5, p. 986-1018, 2004.

KODUKULA, P.; PAPUDESU, C. **Project Valuation Using Real Options: A Practitioner's Guide**. J. Ross Publishing, 2006.

KORTUM, S.; LERNER, J. **Assessing the contribution of venture capital to innovation**. The RAND Journal of Economics, v.31, n.4, p.674-692, 2000.

LACHMAN, R. **The model in theory construction**. Psychological Review, v67, nº 2, p. 113-129, 1960.

LACHTERMARCHER, G. **Pesquisa operacional na tomada de decisões**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

LANDSTROM, H. **Pioneers in entrepreneurship and Small Business Research**. Ed. Springer, Suécia. 2007.

LEMME, C. F. **Avaliação Econômica de Impactos Ambientais no Brasil: da Atividade Acadêmica ao Financiamento de Longo Prazo de Projetos e Empresas**. COPPEAD/UFRJ, Rio de Janeiro, 2000.

LONGHI, F. **A história da revolução das startups**. Imasters, 2011. Disponível em: <<http://imasters.com.br/artigo/20027/mercado/a-historia-da-revolucao-das-startups>>. Acesso em: 21/06/2018.

LUEHRMAN, T. A. **Investment opportunities as real options: getting started on the numbers**. Harvard Business Review, Cambridge, p. 3-15, July/Aug. 1998.

MACEDO, M.A.S. **Avaliação de projetos: uma visão da utilização da teoria de opções**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 19., Rio de Janeiro, 1999.

MARIANO, S. R. H.; MAYER, V. F. **Empreendedorismo e inovação: criatividade e atitude empreendedora**. Rio de Janeiro: Fundação CECIERJ, 2008.

MARTELANC, R. *et al.* **Utilização de metodologias de avaliação de empresas: resultado de uma pesquisa no Brasil**. In: SEMINÁRIO DE ADMINISTRAÇÃO – SEMEAD, 7. São Paulo: SEMEAD, 2005.

MARTINS, A. L.; CASTRO, M. A. R.; GOMES, S. M. S. **As opções reais aplicadas ao orçamento de capital**. Congresso Brasileiro de Custos, 2007.

MAS-COLLEL, A.; WHINSTON, M. D.; GREEN, J. R. **Microeconomic Theory**. Oxford: Oxford University Press, 1995.

MASON, C. M.; HARRISON, R. T. **Business angel investment activity in the financial crisis: UK evidence and policy implications**. Environment and Planning C: Government and Policy, v. 33, n. 1, p. 43-60, 2015.

MASON, C.; STARK, M. **What Do Investors Look For In A Business Plan? A Comparison Of The Investment Criteria Of Bankers, Venture Capitalists And Business Angels**. International Small Business Journal, 22(3): 227–248, 2004.

MEIRELLES, J. L. F.; PIMENTA JÚNIOR, T.; REBELATTO, D. A. N. **Venture capital e private equity no Brasil: alternativa de financiamento para empresas de base tecnológica**. Revista Gestão de Produção, v. 15, n. 1, p. 11-21, jan-abr, 2008.

MILOUD, T.; ASPELUND, A.; CABROL, M. **Startup valuation by venture capitalists: an empirical study**. Venture Capital, v. 14, n. 2-3, p. 151-174, 2012.

MINARDI, A. M. A. F. **Teoria de opções aplicada a projetos de investimentos**. Revista de administração de empresas - RAE, São Paulo, v. 40, n. 2, p. 74-79, abr./jun, 2000.

MÜLLER, A. N.; TELÓ, A. R. **Modelos de avaliação de empresas**. Revista FAE, Curitiba, v. 6, n. 2, p. 97-112, 2003.

MUN, J. **Real Options Analysis: Tools And Techniques**. 1st Edition. Wiley Finance, 2002.

MURPHY, L. M.; EDWARDS, P. L. **Bridging the valley of death: Transitioning from public to private sector financing**. Golden, CO: National Renewable Energy Laboratory, 2003.

NELSON, R.; WINTER, S. **An evolutionary theory of economic change**. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1982.

NITA, K. F. **O ciclo de investimentos do capital de risco no Brasil e as modalidades de private equity e venture capital**. 2008. 106. Monografia

(Bacharelado em Ciências Econômicas) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2008.

OSNABRUGGE, M. V. **A comparison of business angel and venture capitalist investment procedures: an agency theory-based analysis**. *Venture Capital*, v. 2, n. 2, p. 91–109, 2000.

PEREIRO, L. E. **The valuation of closely-held companies in Latin America**. *Emerging Markets Review*, v. 2, p. 330-370, 2001.

PEREZ, M.; FAMÁ, R. **Métodos de avaliação de empresas e o balanço de determinação**. *Revista Administração em Diálogo*, São Paulo, n. 6, p. 101-112, 2004.

PERLITZ, M.; PESKE, T.; SCHRANK, R. **Real options valuation the new frontier in R&D project evaluation**. *R&D Management*, 29 255–270, 1999.

PETTY, J. S.; GRUBER, M. **In pursuit of the real deal**. *Journal of Business Venturing*, v. 26, n. 2, p. 172–188, mar. 2011.

PILOTO, L. A. M. *et al.* **Adaptação do WACC ao juros sobre o capital próprio**. In: ENCONTRO ANUAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS PROGRAMAS DE PÓSGRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO – EnANPAD, 32. Rio de Janeiro: ANPAD, 2008.

PORTER, M.; SCHWAB, K.; SALA-I-MARTIN, X.; LOPEZ-CLAROS, A. **The Global Competitiveness Report 2004-2005**. World Economic Forum, Genebra, 2005.

RAMADANI, V. **Business angels: who they really are**. *Strategic Change*, v. 18, p. 249–258, 2009.

RAMALHO, C.; FURTADO, C. V.; LARA, R. **A indústria de private equity e venture capital**. 2º censo brasileiro, 2011.

RAPPAPORT, A.; MAUBOUSSIN, M. J. **Expectations investing: Reading stock pricing for better returns**. Boston: Harvard Business School Publishing, 2002.

RENCHE, M. **Crossing the Valley of Death: A Multi-sited, multi-level ethnographic study of growth startups and entrepreneurial communities in post-industrial Detroit**. Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy. Wayne State University, 2012.

RIDING, A.; MADDILL, J.; HAINES, G. **Investment decision making by business angels**. In: Landström, H. (Ed.), Handbook of Venture Capital. Edward Elgar, Cheltenham, UK, p. 332–346, 2007.

RIES, E. **The Lean Startup How Today's Entrepreneurs Use Continuous Innovation to Create Radically Successful Businesses**. Crown Publishing, Newyork, 2011.

RIGOLON, F. J. Z. **Opções reais e análise de projetos**. Rio de Janeiro: BNDES, 1999.

RIIHIMAKI, V. **Analyzing the WiMAX investment costs and NPV distributions for real option valuation**. Telecomm Techno-Economics, S.L.: S. N. vol. 1, p. 14-15, 2007.

ROSS, S. A. **Princípios de administração financeira 2ª edição**. São Paulo: Atlas, 2000.

ROSS, S. A.; WESTERFIELD, R. W.; JAFFE, J. F. **Administração Financeira**. 2ª ed., São Paulo: Atlas, 2009.

ROSS, S.A.; WESTERFIELD, R.W.; JAFFE, J.F. **Administração financeira**. São Paulo: Atlas, 1995.

SAHLMAN, W.; RICHARDSON, E. **The Changing Face of Angel Investing**. Harvard Business School, 2016.

SCHALL, L.; SUNDEM, G.; GEIJSBEEK, W. **Survey and Analysis of capital budgeting References**. Journal of Finance, p. 281-297, 1978.

SMITH, E. J.; MCCARDLE, F. K. **Valuing Oil Properties: Integrating Option Pricing And Decision Analysis Approaches**. Operations Research, 46(2): 198-217, 1998.

SMITH, E. J.; NAU, F. R. **Valuing Risky Projects: Option Pricing Theory And Decision Analysis**. Management Science, 41(5): 795-816, 1995.

SPINA, C. **Como está o Investimento Anjo no Brasil- Cenário e números.** In: BUENA, M. R. S. (Ed.). 3a Conferência nacional de Investimento Anjo. São Paulo: 2015.

STEIGAR, F. **The Validity Of Company Valuation Using Discounted Cash Flow Methods.** Seminar Paper, European Business School, 2008.

SVENSON, O. **Process descriptions of decision making.** Organizational Behavior and Human Performance, v. 23, n. 1, p. 86–112, fev. 1979.

SWAMIDASS, P. M. **University startups as a commercialization alternative: lessons from three contrasting case studies.** The Journal of Technology Transfer, v. 38, n. 6, p. 788-808, 2013.

TABORDA, A. **O que é uma start-up?** 2006. Disponível em: <[http://www.gesentrepreneur.com/pdf/o\\_que\\_e\\_uma\\_start\\_up.pdf](http://www.gesentrepreneur.com/pdf/o_que_e_uma_start_up.pdf)> Acesso em: 20/06/2018.

TRIGEORGIS, L. **Real options in capital investment: models, strategies and applications.** Westport: Praeger, 1995.

TRIGEORGIS, L.; MASON, S. P. **Valuing Managerial Flexibility.** Midland. Corporate Finance Journal, 5(1): 14-21, 1987.

TUNGUZ, T. **How developed is global venture capital market?** 25 jul. 2017. Disponível em: <<http://tomtunguz.com/global-venture-snapshot>>. Acesso em: 22/06/2018.

VAN PUTTEN, A. B.; MACMILLAN, I. C. **Making Real Options Really Work.** Harvard Business Review: 134-141, 2004.

WINSTON, W. L.; ALBRIGHT, S. C. **Practical Management Science: Spreadsheet Modeling and Applications.** Belmont, CA.: Duxbury Press, 1997.

WONG, A.; BHATIA, M.; FREEMAN, Z. **Angel finance: the other venture capital.** Strategic Change, v. 18, p. 221–230, 2009.

## ANEXOS

Evolução histórica da concessão de créditos para Pessoa Física no Brasil

	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Concessão Créditos PF (R\$ Milhões)	1.449.552	1.672.243	1.830.063	1.773.453	1.728.911	1.873.643
Taxa de crescimento	-	15,4%	9,4%	-3,1%	-2,5%	8,4%

Fonte: Elaboração própria do autor

Parâmetros da regressão linear

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0,874435006
R Square	0,764636579
Adjusted R Square	0,686182105
Standard Error	0,045082011
Observations	5

Fonte: Elaboração própria do autor

Exemplo de simulações de Monte Carlo para cálculo do FCF

Ano 1												
Cenário	Concessão Média PF P2P	Tx Empréstimo	Receita Bruta	Alíquota	Valor Deduzido	DAS	Receita Líquida	Tx Investidor	Tx Seguradora de Crédito	Custos e Despesas	FCF	
29	0,99	92,5%	0,92	20,5%	0,0171	18,6%	0,75	18,9%	1,9%	0,09	0,45	
30	1,24	92,4%	1,15	20,5%	0,0171	19,0%	0,93	39,3%	1,8%	0,09	0,33	
31	0,64	77,1%	0,49	19,5%	0,0099	17,5%	0,40	26,2%	1,8%	0,09	0,14	
32	0,33	54,0%	0,18	15,5%	0	15,5%	0,15	32,6%	1,9%	0,09	-0,05	
33	0,84	50,0%	0,42	19,5%	0,0099	17,1%	0,35	25,3%	1,7%	0,09	0,03	
34	0,67	83,3%	0,56	19,5%	0,0099	17,7%	0,46	36,2%	1,8%	0,09	0,11	
35	0,19	51,6%	0,10	15,5%	0	15,5%	0,08	35,0%	1,9%	0,09	-0,08	
36	0,43	59,6%	0,25	18,0%	0,0045	16,2%	0,21	16,6%	1,7%	0,09	0,04	
37	1,05	53,5%	0,56	19,5%	0,0099	17,7%	0,46	19,9%	1,6%	0,09	0,15	
38	0,46	44,7%	0,20	18,0%	0,0045	15,8%	0,17	35,9%	1,6%	0,09	-0,09	
39	0,62	87,0%	0,54	19,5%	0,0099	17,7%	0,44	23,0%	1,7%	0,09	0,20	
40	0,87	57,6%	0,50	19,5%	0,0099	17,5%	0,41	32,3%	1,5%	0,09	0,03	
41	0,53	36,7%	0,19	18,0%	0,0045	15,7%	0,16	19,5%	1,8%	0,09	-0,04	
42	1,16	62,8%	0,73	20,5%	0,0171	18,2%	0,60	26,4%	2,0%	0,09	0,18	
43	0,26	27,9%	0,07	15,5%	0	15,5%	0,06	19,1%	1,6%	0,09	-0,08	
44	0,74	38,8%	0,29	18,0%	0,0045	16,4%	0,24	24,3%	1,6%	0,09	-0,04	

Fonte: Elaboração própria do autor

Tabela de covariância entre empresas do portfólio

	<b>Itau</b>	<b>Bradesco</b>	<b>Santander</b>	<b>Banco do Brasil</b>
<b>Itau</b>	0,01913425	0,006971165	0,04780899	0,056917683
<b>Bradesco</b>	0,00697116	0,005052246	0,019859345	0,017396337
<b>Santander</b>	0,04780899	0,019859345	0,275313896	0,183703383
<b>Banco do Brasil</b>	0,05691768	0,017396337	0,183703383	0,188634341

Fonte: Elaboração própria do autor